

II CONBRACA

**II CONGRESSO BRASILEIRO ONLINE
DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS**

PESQUISAS E ATUALIZAÇÕES EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

**ORGANIZADORES:
JACKSON ANDSON DE MEDEIROS
CAROLINA MADAZIO NIRO**



AGRON FOOD
ACADEMY



II CONBRACA

**II CONGRESSO BRASILEIRO ONLINE
DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS**



PESQUISAS E ATUALIZAÇÕES EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS

**ORGANIZADORES:
JACKSON ANDSON DE MEDEIROS
CAROLINA MADAZIO NIRO**



AGRON FOOD
ACADEMY



Venda proibida



Open access



Revisado por pares

EDITOR CHEFE

Jackson Andson de Medeiros

CORPO EDITORIAL

Carolina Madazio Niro

Jackson Andson de Medeiros

Jaelyson Max Pereira de Medeiros

REVISÃO FINAL

Jackson Andson de Medeiros

Carolina Madazio Niro

CAPA

Carolina Madazio Niro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Pesquisas e atualizações em ciência dos alimentos
[livro eletrônico] / organizadores Jackson
Andson de Medeiros, Carolina Madazio Niro. --
Jardim do Seridó, RN : Agron Food Academy,
2022.
PDF

Vários autores.
ISBN 978-65-995396-5-7

1. Alimentos 2. Alimentos - Análise 3. Ciência de
alimentos 4. Culinária 5. Pesquisa 6. Tecnologia de
alimentos I. Medeiros, Jackson Andson de. II. Niro,
Carolina Madazio.

22-103598

CDD-641.5

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciência dos alimentos 641.5

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

Todas as opiniões e textos presentes neste livro são de inteira responsabilidade de seus autores e coautores.

CONSELHO EDITORIAL DO LIVRO

ANDERSON FERREIRA VILELA

BRUNA BOARETTO DURÇO

CAROLINA MADAZIO NIRO

EDERLAN DE SOUZA FERREIRA

FABIANA REGINA LIMA

GIOVANA MENDONÇA

JACKSON ANDSON DE MEDEIROS

JOICE MILIANE DE OLIVEIRA

LÍA ETHEL

MARIANA BASSO PINTON

MATEUS KAWATA SALGAÇO

SOLANGE DE SOUSA

VICTOR JESÚS AREDO TISNADO

VILASIA GUIMARÃES MARTINS

WIASLAN FIGUEIREDO MARTINS

APRESENTAÇÃO

Este livro reúne os trabalhos aprovados no II Congresso Brasileiro Online de Ciência dos Alimentos, organizado pela Agron Food Academy.

Os trabalhos estão organizados nas modalidades de pesquisa e revisão de literatura distribuídos conforme os eixos temáticos do evento, que incluíram as áreas: Biotecnologia de Alimentos; Controle de Qualidade de Alimentos; Pesquisa e Desenvolvimento em Alimentos; Química e Bioquímica de Alimentos; e Fisiologia Pós-colheita de Frutos e Hortaliças.

Esperamos que apreciem a leitura dos trabalhos aqui apresentados!

Sumário

Capítulo 1.....	16
O METABOLISMO DAS LEVEDURAS NOS PROCESSOS FERMENTATIVOS: UMA REVISÃO SABRINA DUARTE DE OLIVEIRA ¹ ; DJALMA VITORINO COSTA FILHO ² ; VALÉRIA LOPES CRUZ ³ ; ANA CRISTINA SILVEIRA MARTINS ⁴ ; JOELLINGTON MARINHO DE ALMEIDA ⁵ ; ADJAIR JOSÉ DA SILVA ⁶ ; GILBERTO EDNALDO DOS SANTOS BRAGA ⁷	
Capítulo 2.....	26
ÁCIDOS GRAXOS COMPONENTES FUNCIONAIS DA CARNE: REVISÃO Julia Dezen Gomes ¹ ; Simara Larissa Fanalli ² ; Bruna Pereira Martins da Silva ² ; Julia Pereira Martins da Silva ¹ ; Albino Luchiari Filho ³ ; Aline Silva Mello Cesar ⁴	
Capítulo 3.....	37
ELABORAÇÃO E ANÁLISE DE BOLO ENRIQUECIDO COM A FARINHA PROVENIENTE DA SEMENTE DA JACA (<i>Artocarpus heterophyllus</i>) Mônica de Almeida Benjamim ¹ ; Natalia Anselmo do Nascimento ² ; Maria Michele Alves da Silva ² ; Maria Karine de Sá Barreto Feitos ⁴ ; Erlânio Oliveira de Sousa ⁵	
Capítulo 4.....	43
COMPOSTOS FENÓLICOS DO PÓ DA AMÊNDOA DA CARNAÚBA (<i>COPERNICIA PRUNIFERA</i>) Ruthe de Carvalho Brito ¹ ; Maria Shelda de Oliveira Neres ² ; Fhanuel Silva Andrade ³ ; Stella Regina Arcanjo Medeiros ⁴ ; Joilane Alves Pereira-Freire ⁵ ; Jailane de Souza Aquino ⁶ ; Douglas Borges da Silva ⁷	
Capítulo 5.....	51
KOMBUCHA E SEU POTENCIAL EFEITO ANTIDIABÉTICO: REVISÃO Jeniffer Ferreira de Miranda ¹ ; Larissa Fernandes Ruiz ² ; Thais Matsue Uekane ³ ; Kelly Alencar Silva ⁴ ; Adriene Ribeiro Lima ⁵	
Capítulo 6.....	57
ASPECTOS DA PRODUÇÃO DE INOCULANTES PARA USO AGRÍCOLA Esteban Ivan da Silva Vejar ¹ ; Joice Miliane de Oliveira ² ; Carlos André Veiga Burkert ³ ; Mariano Michelin ⁴	
Capítulo 7.....	66
RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA EM <i>SALMONELLA HEIDELBERG</i>: IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA Micaela Guidotti Takeuchi ¹ ; Roberta Torres de Melo ³ ; Rosanne Aparecida Capanema Ribeiro ² ; Régis Vinícius Alves de Abreu ¹ ; Gabriella Rayane Aparecida Ferreira ² , Mariana Comassio Chueiri ⁴ , Daise Aparecida Rossi ³	
Capítulo 8.....	77
MICROENCAPSULAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM ALIMENTOS: DESAFIOS E POTENCIALIDADES Jeferson Silva Cunha ¹ ; Ana Flávia Coelho Pacheco ² ; Flaviana Coelho Pacheco ³ ; Paulo Henrique Costa Paiva ⁴ ; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior ⁵	

Capítulo 9	84
APLICAÇÕES DE ENZIMAS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: REVISÃO	
Ana Flávia Coelho Pacheco ¹ ; Jeferson Silva Cunha ² ; Flaviana Coelho Pacheco ³ ; Paulo Henrique Costa Paiva ⁴ ; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior ⁵	
Capítulo 10	93
BACTERIOCINAS ENQUANTO CONSERVANTE ALIMENTAR	
Camila Ramão Contessa ¹ ; Caroline Costa Moraes ² ; Janaína Fernandes de Medeiros Burkert ³	
Capítulo 11	102
METATAXONOMIA COMPARATIVA DAS REGIÕES V2V3 vs. V4 DO GENE 16S EM AMOSTRAS DE LEITE BOVINO	
Giovanna Silva Sartori ¹ ; Luan Gaspar Clemente ² ; Priscila Anchieta Trevisoli ³ ; Polyana Cristine Tiziotto ⁴ ; Lucas Lehmann Coutinho ⁵ ; Luiz Lehmann Coutinho ⁶	
Capítulo 12	113
AS BOAS PRÁTICAS AGROPECUÁRIAS (BPA) NA PECUÁRIA DE LEITE: UMA REVISÃO	
Mirian Cristina Feiten ¹	
Capítulo 13	123
AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE TÉRMICA DE BLENDA DE CELULOSE BACTERIANA/CARBOXIMETILCELULOSE INCORPORADAS COM EXTRATO DE LICOPENO PARA APLICAÇÃO EM EMBALAGENS ALIMENTÍCIAS	
Alice da Conceição Alves de Lima ¹ ; Viviane Fonseca Caetano ² ; Glória Maria Vinhas ³	
Capítulo 14	131
ASPECTO NUTRICIONAL DA FARINHA DA SEMENTE DA JACA E USO NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	
Natalia Anselmo do Nascimento ¹ ; Mônica de Almeida Benjamim ² ; Maria Michele Alves da Silva ³ ; Erlânio Oliveira de Sousa ⁴	
Capítulo 15	138
ELABORAÇÃO E ANÁLISE DE QUIBE DE CARNE COM ADIÇÃO DA TORTA DA AMÊNDOA DE PEQUI (<i>Caryocar coriacium</i> Wittm.)	
Vanessa Miranda Feitosa ¹ ; Maria Tamires Gonçalves da Silva ² ; Jean Ferreira Machado ³ ; Maria Karine de Sá Barreto Feitosa ⁴ ; Erlânio Oliveira de Sousa ⁵	
Capítulo 16	144
Aceitabilidade sensorial de barras de cereais saborizadas com seriguela (<i>Spondias purpúrea</i>) desidratada	
Natália Ferreira Negreiros ¹ ; Maria Aline de Aquino Pessoa ¹ ; Natieli Piovesan ² ; Bruno Fonsêca Feitosa ³ ; Emanuel Neto Alves de Oliveira ² ; Fernando Azevedo de Lucena ⁴ ; Rosane Liége Alves de Souza ⁵	
Capítulo 17	150
A UTILIZAÇÃO DA MICROmicro SPIRULINA NA GARANTIA DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL	
Larissa Chivanski Lopes ¹ ; Luiza Moraes ² ; Jorge Alberto Vieira Costa ³	

Capítulo 18.....	161
CARACTERIZAÇÃO DO SORO DE QUEIJO CAPRINO SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS FÍSICOS PARA UTILIZAÇÃO COMO MEIO DE CULTURA	
Saionara Soares ¹ ; José Honório Pereira Lopes Neto ¹ ; Renata Eça ¹ ; Maria Isabel Ferreira Campos ¹ ; José Evangelista Santos Ribeiro ² ; Kerolayne Santos Leite ³ ; Haíssa Roberta Cardarelli ⁴	
Capítulo 19.....	168
ANTOCIANINAS: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E SUA APLICAÇÃO COMO SENSOR COLORIMÉTRICO EM EMBALAGENS INTELIGENTES PARA ALIMENTOS	
Igor Henrique de Lima Costa ¹ ; Estefani Tavares Jansen ² ; Laura Martins Fonseca ³ ; Elessandra da Rosa Zavareze ⁴ ; Alvaro Renato Guerra Dias ⁵	
Capítulo 20.....	179
DESENVOLVIMENTO DE KOMBUCHA A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO PROCESSAMENTO DE CAFÉ ARÁBICA	
Laís Silva de Lima ¹ ; Giulia Martins Pereira Belo ² ; Jeniffer Ferreira de Miranda ³ ; Thais Matsue Uekane ⁴ ; Adriene Ribeiro Lima ⁵	
Capítulo 21.....	188
ACEITABILIDADE DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS FUNCIONAIS RICOS EM ÔMEGA-3: UMA REVISÃO DE LITERATURA	
Ysabele Yngrydh Valente Silva ¹ ; Jéssica de Araújo Silva ² ; Séfura Maria Assis Moura ³	
Capítulo 22.....	196
ASPECTO QUÍMICO E BIOATIVIDADE DA JACA (<i>Artocarpus heterophyllus</i>): UMA REVISÃO	
Cícera Dayane Thais de Sousa ¹ ; Mônica de Almeida Benjamim ² ; Maria Tamires Gonçalves da Silva ³ ; Débora Odília Duarte Leite ⁴ ; Erlânio Oliveira de Sousa ⁵	
Capítulo 23.....	206
CAROTENOIDES DE LEVEDURAS: UMA ABORDAGEM SOBRE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO	
Karoline da Silva Noda ¹ ; Matheus da Silva Mourão ² ; Tábita Veiga Dias Rodrigues ³ ; Carlos André Veiga Burkert ⁴ ; Janaína Fernandes de Medeiros Burkert ⁵	
Capítulo 24.....	216
EFEITOS DA MELATONINA NA MITIGAÇÃO DO ESTRESSE ABIÓTICO EM FRUTAS E VEGETAIS	
Wallace Ribeiro da Silva ¹ ; Thatianna Karolina Arruda Santos ²	
Capítulo 25.....	223
FONTES DE CONTAMINAÇÃO ANIMAL, AMBIENTAL E HUMANA PARA O LEITE DURANTE A ORDENHA	
Bruna Garofali Simone Draber ¹ ; Daniele Bondan Pacheco ¹ ; Caroline da Luz de Freitas ² ; Milimani Andretta ³ ; Helenice de Gonzalez Lima ⁴ ; Fernanda de Rezende Pinto ⁴ ; Natacha Deboni Cereser ⁴	
Capítulo 26.....	231
FERMENTAÇÃO DO CAFÉ	
Yuzo França Akiyoshi , Vivian Consuelo Reolon Schmidt	

Capítulo 27	238
PRODUÇÃO E APLICAÇÕES ALIMENTARES DA FARINHA DE RESÍDUOS DA ACEROLA: UMA REVISÃO	
Jéssica de Araújo Silva ¹ ; Ysabele Yngrydh Valente Silva ² ; Séfura Maria Assis Moura ³	
Capítulo 28	246
PRODUÇÃO DE POLIHIDROXIBUTIRATO (PHB) POR BACTÉRIAS A PARTIR DE COPRODUTOS E RESÍDUOS DA INDÚSTRIA AGROALIMENTAR	
Layra Terezinha Rodrigues Souza ¹ ; Belkis Chalup Silveira Roesler ² ; Carlos André Veiga Burkert ³	
Capítulo 29	255
BEM-ESTAR ANIMAL NO ABATE HALAL DE FRANGOS: REVISÃO	
Daniella Larissa Guimarães ¹ ; Cleusely Matias de Souza ² ; Vera Lúcia Dias da Silva ³ ; Karyne Oliveira Coelho ⁴ ; Aracele Pinheiro Pales dos Santos ⁵ ; Raphaella Barbosa Meirelles Bartoli ⁶ ; Ariel Eurides Stella ⁷	
Capítulo 30	266
COMIDA DE RUA E SEGURANÇA DE ALIMENTOS EM SALVADOR - BA: UMA REVISÃO	
Deise Azevedo Silva ¹ ; Luccas de Jesus Pereira dos Santos ²	
Capítulo 31	274
CONTEXTUALIZAÇÃO DA ATUAÇÃO DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA MUNICIPAL EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO: REVISÃO	
Renata Almeida Noronha ¹ ; Fernanda Barbosa Borges Jardim ²	
Capítulo 32	282
POTENCIAL DO AMIDO DE MANDIOCA (<i>Manihot esculenta</i>) E GELATINA DE PEIXE NA PRODUÇÃO DE BIOPOLÍMEROS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	
Isadora de Albuquerque Volpato Monteiro Gonçalves ¹ ; José Wilson Pires Carvalho ² ; Raquel Aparecida Loss ³ ; Marieli Rosseto ⁴	
Capítulo 33	292
AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE MAIONESE CASEIRA OFERECIDA EM LANCHONETES DO BAIRRO PLANALTO EM NATAL-RN	
Angelinne Costa Alexandrino ¹ ; Renildo Lucas Marques de Melo ² ; Kattwilly do Nascimento Ramos ³ ; Robson Gleyson de Souza ⁴ ; Alliny Samara Lopes de Lima ⁵ ; Matheus Antonio Pereira Alencar ⁶ ; Beatriz de Cássia Martins Salomão ⁷	
Capítulo 34	300
AVALIAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE MANIPULAÇÃO DO PESCADO COMERCIALIZADO NA REGIÃO BAIXO SÃO FRANCISCO	
Acácia Lima Silva ¹ ; Vitória Pinheiro Barroso ² ; Hyasmym Alves Santos ² ; Cristiane Santos Silva ² ; Vanessa Cristine Silva Santos ³	
Capítulo 35	307
MUDANÇAS CAUSADAS PELA NOVA ROTULAGEM NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS EMBALADOS: REVISÃO	
Jenisson Linike Costa Gonçalves ¹ ; Carolina Natalie Fontes Arôxa ² ; Matheus Pércles Silva Lásaris ³ ; Maria Terezinha Santos Leite Neta ⁴	

Capítulo 36	318
Contaminação de AMOSTRAS DE PEITO DE AVES DEFUMADAS por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos	
Simone Alves da Silva ¹ ; Adriana Palma de Almeida ² ; Gustavo Zanetti de Rossi ³ ; Gloria Maria Guizzellini ⁴ ; Elizabeth Aparecida Ferraz da Silva Torres ⁵ ; Geni Rodrigues Sampaio ⁶	
Capítulo 37	324
AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE ALIMENTOS FABRICADOS EM INHUMAS-GO	
Lethicya Lucas Pires da SILVA ¹ e Simone Silva MACHADO ²	
Capítulo 38	332
RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE <i>Salmonella</i> TYPHIMURIUM ISOLADAS DE ALIMENTOS E HUMANOS NO BRASIL	
Ana Laura Martins Ferreira ¹ , Guilherme Paz Monteiro ² , Eliane Pereira Mendonça ³ , Fernanda Aparecida Longato dos Santos ⁴ , Dália dos Prazeres Rodrigues ⁵ , Daise Aparecida Rossi ³ , Roberta Torres de Melo ³	
Capítulo 39	341
AVALIAÇÃO DAS AÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO DA ROTULAGEM NUTRICIONAL EM PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS NA POLIFEIRA DO AGRICULTOR	
Márcia Liliane Rippel Silveira ¹ ; Vanessa Pires da Rosa ² ; Andréia Cirolini ²	
Capítulo 40	350
QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA EM BONITO LISTRADO (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	
Clarissa Maia de Aquino ¹ ; Elenice Martins Brasil ² ; Liseth Vanessa Perenguez Riofrio ³ ; Domickson Silva Costa ⁴ ; Maurício Laterça Martins ⁵ ; Vildes Maria Scussel ⁶ ; Giustino Tribuzzi ⁷	
Capítulo 41	359
FRUTAS: CONTAMINAÇÃO POR MICOTOXINAS, AGROTÓXICOS E ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO	
Marcy Heli Paiva Rodrigues ¹ ; Andressa Cunha Lemos ² ; Verônica Simões de Borba ³ ; Anelise Christ Ribeiro ⁴ ; Maristela Barnes Rodrigues Cerqueira ⁵ ; Eliana Badiale Furlong ⁶	
Capítulo 42	370
DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO PROXIMAL DE DIVERSOS ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL E ANIMAL	
Andressa Soligo ¹ ; Andréia Dalla Rosa ² ; Maria Manuela Camino Feltes ³ ; Giniani Carla Dors ⁴	
Capítulo 43	379
FARINHA D'ÁGUA RIQUEZA DO BRASIL	
Luccas de Jesus Pereira dos Santos ¹ ;	
Capítulo 44	386
A IMPORTÂNCIA DA ATMOSFERA DE GÁS CARBÔNICO E DO MATERIAL DE EMBALAGEM NO PROLONGAMENTO DA ESTABILIDADE DO CAFÉ TORRADO MOÍDO E EM GRÃOS	
Anna Luiza Santana Neves ¹ ; Gabriell Moura da Rocha Bastos ² ; Samarone Xavier Silva ³	
Capítulo 45	397
AVANÇOS TECNOLÓGICOS PARA SEGURANÇA DE ALIMENTOS: REVISÃO	
Paulo Leonardo Marotti Siciliano ¹	

Capítulo 46	407
USO DO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIR) NO CONTROLE DE QUALIDADE DE FRUTAS: REVISÃO	
Francisca Pereira de Moraes ¹ ; Angelinne Costa Alexandrino ²	
Capítulo 47	417
QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO QUEIJO COALHO ARTESANAL NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL: UMA REVISÃO	
Ana Paula Ferreira de Almeida ¹ ; Ana Thaís Campos de Oliveira ² ; Fernanda Tayla de Sousa Silva ³ ; Sheyla Maria Barreto Amaral ⁴ ; Felipe Sousa da Silva ⁵ ; Ana Maria de Abreu Siqueira ⁶ ; Marlene Nunes Damaceno ⁷	
Capítulo 48	428
ELABORAÇÃO DE KOMBUCHA ARTESANAL A BASE DE CHÁ VERDE E CAPIM-SANTO SABORIZADOS COM SUCO DE SERIGUELA: AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	
Cyntia Rodrigues da Silva Feitosa ¹ , Márcia Facundo Aragão	
Capítulo 49	439
ANÁLISE QUALITATIVA DO CARDÁPIO DE UMA ESCOLA DE EDUCAÇÃO INFANTIL NO INTERIOR DO CEARÁ	
Maria de Fátima Costa Carneiro ¹ ; Josicléia Vieira de Abreu ² ; Fernanda Tayla de Sousa Silva ³	
Capítulo 50	450
SUCO DE MAÇÃ Prensado a Frio Bioconservado como Base para Bebidas Vegetais: Vida Útil e Percepção Sensorial	
Cristina Barbosa Pereira ¹ ; Paulo Cezar da Cunha Júnior ¹ ; Mariá Toledo de Carvalho Silva ¹ ; Inayara Beatriz Araújo Martins ¹ ; Elisa Helena da Rocha Ferreira ²	
Capítulo 51	460
ANÁLISES DA QUALIDADE DA ÁGUA DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS LOCALIZADA NO RIO GRANDE DO NORTE	
Lídia Paloma da Silva Nogueira ¹ , Thamirys Lorraine Santos Lima ² , Rosenildo dos Santos Silva ¹ , Jonnathan Silva Nunes ³ , Alison dos Santos Oliveira ⁴ , João Vitor Fonseca Feitosa ⁵ , Mychelle de Lira Andrade ⁶	
Capítulo 52	466
APLICABILIDADE DA LUZ ULTRAVIOLETA EM PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL: REVISÃO	
Letícia Oliveira de Assis ¹ ; Mayara Ornelas Pereira ² ; Maria Carmela Kasnowski Holanda Duarte ³ ; Robson Maia Franco ⁴	
Capítulo 53	474
COMPARAÇÃO DOS NÍVEIS DE AMINA BIOGÊNICA EM CAMARÕES DE ÁGUA DOCE E CAMARÕES MARINHOS	
Helena Neres Soares ¹ ; Sandra Rojas Duailibi ² ; Rafael dos Santos Costa ³	

Capítulo 54	483
CARACTERIZAÇÃO DE FORMAS VIÁVEIS NÃO CULTIVÁVEIS (VNC) DE <i>Campylobacter jejuni</i>	
Carolyne Ferreira Dumont ¹ , Leticia Silva Santos ² , Raqueline Figueiredo Braz ³ , Jéssica Laura Miranda Peixoto ³ , Aline Yumi Conde Watanabe ¹ , Daise Aparecida Rossi ⁴ , Roberta Torres de Melo ⁴	
Capítulo 55	492
FRAUDES ALIMENTARES EM PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL: UMA REVISÃO	
Débora de Campos ¹ ; Janaina Lustosa Goncalves ¹ ; Laura Woigt Pian ¹ ; Natália Peccin Biarzolo ¹ ; Simara Larissa Fanalli ² ; Albino Luchiarri Filho ³ ; Aline Silva Mello Cesar ⁴	
Capítulo 56	502
FATORES PARA OCORRÊNCIA DE CARNE BOVINA DFD	
Larissa Diana Batista Garcia ¹ ; Rafael dos Santos Costa ²	
Capítulo 57	510
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS DE NONI EM CRESCIMENTO	
Leirson Rodrigues da Silva ¹ ; Ana Rosa de Figueiredo ¹ ; Janylle Monteiro Marques ¹ ; Milena Maria Tomaz de Oliveira ² ; Thayane Rabelo Braga Farias ³	
Capítulo 58	518
EFEITO DA TEMPERATURA NA CINÉTICA DE SECAGEM DA CASCA DE PITAYA (<i>Hylocereus undatus</i>)	
Luan Gustavo dos Santos ¹ ; Gessica Micaela Pereira Guimarães ² ; Maiara Mantovani Maciel de Almeida ² ; Rafaela Oliveira da Silva ² , Raquel Manozzo Galante ³ ; Leandro Osmar Werle ⁴	
Capítulo 59	527
DESENVOLVIMENTO E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS ATIVAS BIODEGRADÁVEIS EM MORANGA MINIMAMENTE PROCESSADA	
G. A. Camargo ¹ , J. R. Gardingo ² , I. M. Demiatte ³ , N. A. Vasco ⁴ , J. R. Andrade ¹ , G. C. Lenhani ¹ & J. B. Olivato ⁵	
Capítulo 60	537
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO MURICI <i>IN NATURA</i> E DESIDRATADO	
Amanda Martins Santos ¹ ; Bianca Ferreira Augustinho ² ; Thays Priscila de Sousa Alves ³ ; Ellen Godinho Pinto ⁴ , Wiaslan Figueiredo Martins ⁵ , Dayana Silva Batista Soares ⁶ , Ana Paula Stort Fernandes ⁷	
Capítulo 61	542
HIDROMEL: UMA REVISÃO SOBRE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DESTA BEBIDA MILENAR	
Larissa Simao ¹ ; Bruna R. S. M. Wanderley ¹ ; Michelly Pontes Tavares Vieira ¹ ; Isabel Cristina da Silva Haas ¹ ; Renata Dias de Mello Castanho Amboni ² Carlise Beddin Fritzen-Freire ²	
Capítulo 62	549
ENCAPSULAÇÃO DE CORANTES NATURAIS POR EMULSIFICAÇÃO	
Pâmela Vitória Cezar Costa ¹ ; Cassia Kis Miguel da Costa ² ; Jéssica Souza Ribeiro ³	

Capítulo 63	560
PÃO DE COENTRO COM ADIÇÃO DE <i>SPIRULINA</i>: DESENVOLVIMENTO, AVALIAÇÃO FÍSICA E TECNOLÓGICA	
Rosângela Maria Oliveira Marinho ¹ ; Sheyla Maria Barreto Amaral ² ; Ana Paula Ferreira de Almeida ³ ; Felipe Sousa da Silva ⁴ ; Ysabele Yngrydh Valente Silva ⁵ ; Marlene Nunes Damaceno ⁶ ; Márcia Maria Leal de Medeiros ⁷	
Capítulo 64	571
A IMPORTÂNCIA DA ROTULAGEM PARA O PÚBLICO COM RESTRIÇÕES ALIMENTARES: REVISÃO	
Gabriella Gonçalves de Melo ¹ ; Fernanda Barbosa Borges Jardim ² ; Andreia Cristina Lourenço ³	
Capítulo 65	579
PRODUTOS ANÁLOGOS DE CARNE À BASE DE PLANTAS: UMA REVISÃO SOBRE TENDÊNCIAS DE MERCADO E CARACTERIZAÇÃO	
Gisele Marcondes Luz ¹ ; Augusto César Costa dos Santos ² ; Venancio Ferreira de Moraes Neto ³ ; Juliana Azevedo Lima Pallone ⁴	
Capítulo 66	590
UTILIZAÇÃO DA FARINHA DO TEGUMENTO E DA AMÊNDOA DA MANGA VARIEDADE 'ESPADA' NA ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS	
Patrícia Maria de Araújo Gomes ¹ ; Dalmo Marcello de Brito Primo ² , Deise Souza de Castro ³	
Capítulo 67	598
PRODUÇÃO DE CERVEJAS SEM GLÚTEN: UMA REVISÃO	
Dhiulienne Martins Ferreira ¹ ; Vânia Silva Carvalho ²	
Capítulo 68	610
APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE CAFÉ NO SETOR DE COSMÉTICOS: REVISÃO	
Giulia Martins Pereira Belo ¹ ; Laís Silva de Lima ² ; Jeniffer Ferreira de Miranda ³ ; Adriene Ribeiro Lima ⁴	
Capítulo 69	614
PRODUÇÃO DE LIPOSSOMAS ALIMENTÍCIOS UTILIZANDO A TÉCNICA DE INJEÇÃO DE ETANOL	
Matheus da Silva Mourão ¹ ; Mariana Vilar Castro da Veiga de Mattos ² ; Mariano Michelin ³ ; Janaína Fernandes de Medeiros Burkert ⁴	
Capítulo 70	620
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, NUTRICIONAIS E GASTRONÔMICAS DE ARROZES PIGMENTADOS: UMA REVISÃO	
Natasha Corrêa Guerra ¹ ; Luiz Beja Moreira ² ; Elga Batista da Silva ³	
Capítulo 71	631
PROPOSTA DE CATCHUP INOVADOR COM CAQUI (<i>Diospyros kaki</i> L.): DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO	
Julia Rabelo Vaz Matheus ¹ ; Lais Brotto ² ; Tatiane Schallitz ² ; Wagner Andrade Ferreira ² ; Genilton Alves ³ ; Ana Elizabeth Cavalcante Fai ³ ; Isabelle Santana ³	

Capítulo 72	639
OBTENÇÃO DE CHAYA EM PÓ COMO FORMA DE AGREGAÇÃO DE VALOR PARA AGRICULTURA FAMILIAR E UTILIZAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO HUMANA	
Roberta de Souza Barros ¹ ; Mariá Toledo de Carvalho Silva ² ; Paulo Cezar da Cunha Junior ³ ; Anelise Dias ⁴ ; Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa ⁵ ; Elisa Helena da Rocha Ferreira ⁶	
Capítulo 73	647
GELEIAS DO CERRADO	
Amaury Bento Junqueira Villela ¹ ; Júlia Nascimento Caldas ² ; Tatiana Nunes Amaral ³	
Capítulo 74	656
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BLENDAS POLIMÉRICAS SUSTENTÁVEIS PARA USO COMO EMBALAGEM DE ALIMENTOS	
Clara Suprani Marques ¹ ; Rafael Resende Assis Silva ² ; Tarsila Rodrigues Arruda ¹ ; Marali Vilela Dias ³ ; Hyago de Castro Rodrigues ⁴ ; Gabriela Camila Pinto ⁴ ; Nilda de Fátima Ferreira Soares ⁵	
Capítulo 75	665
COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES EM CHÁS E INFUSÕES DE PANCS: REVISÃO	
Ingrid Cristina Santos Amorim ¹ ; Anne Caroline Mendes Oliveira ² ; Tatiana Nunes Amaral ³	
Capítulo 76	673
ELABORAÇÃO DE PEIXE DULCÍCOLA APERTIZADO	
Natalia Marjorie Lazon de Moraes ¹ ; Marina Ribeiro Baicere ² ; Helen Cristine Leimann Winter ³ ; Thamara Larissa de Jesus Furtado ⁴ ; Marilu Lanzarin ⁵ ; Daniel Oster Ritter ⁶	
Capítulo 77	683
A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A NOTCO®	
Iris Layane Rodrigues Torres ¹ ; Carolina Natalie Fontes Arôxa ² ; Jenisson Linike Costa Gonçalves ³ ; Matheus Péricles Silva Lásaris ⁴ ; Tatiana Pacheco Nunes ⁵ ; Antônio Martins de Oliveira Junior ⁶ ; Lília Calheiros de Oliveira Barretto ⁷	
Capítulo 78	693
ELABORAÇÃO DE QUEIJO TIPO MINAS PADRÃO MATURADO EM LICOR E DETERMINAÇÃO DO PRAZO COMERCIAL	
Thamara Larissa de Jesus Furtado ¹ , Helen Cristine Leimann Winter ² , Natalia Marjorie Lazon de Moraes ³ , Marina Ribeiro Baicere ⁴ , Ayla Mayza de Oliveira Dantas ⁵ , Marilu Lanzarin ⁶ , Daniel Oster Ritter ⁷	
Capítulo 79	703
OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA CROMATOGRÁFICO PARA DETERMINAÇÃO DE AMINOÁCIDOS	
Verônica Bueno Ribas ¹ Kassandra Fontoura da Silva ² Betânia Nascimento dos Santos ³ João Pedro da Silva Cunha ⁴ Roger Wagner ⁵ Graciela Saete Centenaro ⁶ Valcenir Júnior Mendes Furlan ⁷	
Capítulo 80	711
CARACTERÍSTICAS DO SORGO E POTENCIALIDADES PARA A APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	
Hugo José Martins Carvalho ¹ ; Cristiane Teles Lima ² ; Nicole Guimarães Lima ³ ; Nathália de Andrade Neves ⁴ ; Marcio Schmiele ⁵	

Capítulo 81	721
PROCESSO DE ALCALINIZAÇÃO DO CACAU: REVISÃO Letícia Oliveira Fagundes ¹ ; Tatiana Nunes Amaral ²	
Capítulo 82	727
UTILIZAÇÃO DE AGRO-RESÍDUOS VEGETAIS COMO MATÉRIA PRIMA PARA ELABORAÇÃO DE FARINHAS: REVISÃO Ícaro Buregio de Lima ¹ ; Gerlane Souza de Lima ² ; Thayza Christina Montenegro Stamford ³	
Capítulo 83	736
ASPECTOS NUTRICIONAIS DA CARNE CAPRINA E SUA APLICAÇÃO EM PRODUTOS CÁRNEOS Ana Thaís Campos de Oliveira ¹ ; Ana Paula Ferreira de Almeida ² ; Fernanda Tayla de Sousa Silva ³ ; Everlândia Silva Moura Miranda ⁴ ; Luana Guabiraba Mendes ⁵ ; Antônia Lucivânia de Sousa Monte ⁶	
Capítulo 84	746
COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE GELEIAS DE MELANCIA COM PIMENTA Giovanni Aleixo Batista ¹ ; Débora Lima Guedes ² ; Adrise Aparecida Rodrigues ³ ; Jéssica Souza Ribeiro ⁴	
Capítulo 85	753
ESTUDO DE REVISÃO EM MÉTODOS DE ANÁLISE PARA REDUÇÃO DOS CARBOIDRATOS Adriana Akemi Takahara ¹ ; Cristiane Bonaldi Cano ²	
Capítulo 86	763
STAPHYLOCOCCUS COAGULASE POSITIVA: PERFIL DE SENSIBILIDADE E FORMAÇÃO DE BIOFILME DE ISOLADOS ORIUNDOS DO PROCESSO DE ORDENHA Juliana Carolina Siebel ¹ ; Jéssica Dal Vesco ¹ ; Juliana Fernandes Rosa ² ; Patrícia da Silva Nascente ³ ; Natacha Deboni Cereser ⁴ ; Fernanda de Rezende Pinto ⁴ ; Helenice de Gonzalez Lima ⁴	
Capítulo 87	771
MAPA DE PREFERÊNCIA EXTERNO DE COOKIES ELABORADOS COM CAFÉ ARÁBICA E ADIÇÃO DE INULINA Kamilla Lina de Oliveira ¹ ; Izadhora Rossany Andrade Fernandes ² ; Vitória Paula Felipe ³ ; Rodrigo Vieira da Silva ⁴ ; Suzane Martins Ferreira ⁵ ; Vania Silva Carvalho ⁶	
Capítulo 88	779
ABORDAGEM GERAL SOBRE INSETOS COMESTÍVEIS Cindy Sena Porto ¹ ; Maria Olímpia Batista de Moraes ² ; Luciano Bertollo Rusciollelli ³	
Capítulo 89	786
EFEITO DA ADIÇÃO DE SPIRULINA NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, FÍSICO-QUÍMICAS, BIOATIVAS E SENSORIAIS DE BISCOITOS: REVISÃO DE LITERATURA Joquebede Alves Santos ¹ ; Sílvia Paula da Silva Alexandrino ² ; Virna Luiza de Farias ³	
Capítulo 90	796
ANÁLISE DA CRENÇA POPULAR EM MITOS SOBRE LÁCTEOS Carolina Riesenbeck Gaspar ¹ ; Rafael dos Santos Costa ² ; Thais Borges Carmona ³ ; Fábio da Costa Henry ⁴	

Capítulo 91	806
SUBPRODUTOS DO MELÃO (<i>Cucumis melo</i> L.) NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS: UMA REVISÃO	
Sheyla Maria Barreto Amaral ¹ ; Rosangela Maria Oliveira Marinho ² ; Ana Paula Ferreira de Almeida ³ ; Felipe Sousa da Silva ⁴ ; Ysabele Yngrydh Valente Silva ⁵ ; Márcia Maria Leal de Medeiros ⁶ ; Marlene Nunes Damaceno ⁷	
Capítulo 92	816
ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE REDUÇÃO DE POLPA DE MURUCI (<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth) COM CACHAÇA	
Jessyca Nunes Pereira ¹ ; Leandro Jun Soki Shibutani ² ; Werlleson Nascimento ³ ; Darlison Conceição Ferreira ⁴ ; Lucas Fonseca de Sousa ⁵ ; Maria Lita Padinha Correa Romano ⁶ ; Fabrízia Sayuri Otani ⁷	
Capítulo 93	823
VINHO LARANJA: REVISÃO	
Marianna Pozzatti Martins de Siqueira ¹	
Capítulo 94	830
Tabela nutricional de bolo para dietas restritivas contendo castanha-do-brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	
Flávia Barbosa Schappo ¹ ; Juliana Lopes de Lima ¹ ; Rafael Amancio ¹ ; Maria Luiza Tonetto Silva ¹ ; Gustavo da Silva Fortunato ¹ ; Itaciara Larroza Nunes ² ; Maria Manuela Camino Feltes ²	
Capítulo 95	839
UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE LINHAÇA MARROM (<i>Linum usitatissimum</i> L.) NA PRODUÇÃO DE QUICHE SEM GLÚTEN: ANÁLISES DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL	
Ana Caroline Marins ¹ ; Andresa Couto ¹ ; Andressa de Luna ¹ ; Kelly Cruz ¹ ; Pedro Castro ¹ ; Suzana Maria de Lemos Freitas ² ; Renata Rangel Guimarães ²	
Capítulo 96	850
ELABORAÇÃO DE IOGURTE ADICIONADO DE GELEIA DE MARACUJÁ	
Deise Souza de Castro ¹ ; Matheus Sabino Costa de Araújo ² ; Dalmo Marcello de Brito Primo ¹ ; Janaina Mendonça Soares ¹ ; Bruno Adelino de Melo ³ ; Patrícia Maria de Araújo Gomes ¹ ; Luana de Fatima Damasceno dos Santos ¹	
Capítulo 97	856
SAUDABILIDADE DE BEM-ESTAR NO RÓTULO DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA	
Mayza Marques de Sousa ¹ ; Edmar Bezerra Maciel Rocha ² ; Igor Ferreira Brito ³ ; Eduarda Pereira da Silva ⁴ ; Deyzi Santos Gouveia ⁵	
Capítulo 98	866
O USO DA REAÇÃO DE MAILLARD PARA QUEIMA PROPOSITAL E CONTROLADA DE ALIMENTOS	
Bruno da Silva Alvarenga	

Capítulo 99	877
OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE <i>CLITORIA TERNATEA</i> USANDO METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA	
Bruno Marques GOMES ¹ ; Luan Gustavo dos SANTOS ² ; Vilásia Guimarães MARTINS ³	
Capítulo 100	887
MASSA FRESCA SEM GLÚTEN: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO	
Carolina Moser Paraíso ¹ ; Suelen Siqueira dos Santos ² ; Adriana Wolf Trentini Rocha ³ ; Jacqueline Mansano ⁴ ; Caroline Wolf Trentini Schipfer ⁵ ; Grasielle Scaramal Madrona ⁶	
Capítulo 101	894
PANORAMA GERAL DO MERCADO DE CARNE SUÍNA	
Izabela Queiroz Silva ¹ ; Pedro Garcia Pereira da Silva ² ; Alcinéia de Lemos Souza Ramos ³	
Capítulo 102	901
ELABORAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA NÃO FERMENTADA DE BÚFALA	
Helen Cristine Leimann Winter ¹ ; Natalia Marjorie Lazon de Moraes ² ; Thamara Larissa de Jesus Furtado ³ ; Daniel Oster Ritter ⁴ ; Marilu Lanzarin ⁵	
Capítulo 103	908
DIAGNÓSTICO BIOCLIMÁTICO PARA PRODUÇÃO DE MELÃO NO MUNICÍPIO DE PATOS – PB	
Ricardo de Sousa Silva ¹ ; Dermeval Araújo Furtado ² Lucimere Maria da Silva Xavier ³ Nágela Maria Henrique Mascarenhas ⁴ Maria Geovânia Dias da Silva ⁵ Vitor da Silva Rodrigues ⁶ Aíla Rosa Ferreira Batista ⁷	
Capítulo 104	914
EXTRATO DE CAMU-CAMU RICO EM BIOATIVOS: UM ESTUDO DE SUA ADIÇÃO EM SORVETE	
914	
Bianca Pazinato ¹ ; Jéssica Mayuri Omae ² ; Tayane Siqueira Garcia Alves ³ ; Letícia Misturini Rodrigues ⁴ ; Grasielle Scaramal Madrona ⁵	
Capítulo 105	919
ELABORAÇÃO DE EMPANADO DE TILÁPIA DO NILO (<i>Oreochromis niloticus</i>)	
Yuri Montenegro Ishihara ¹ ; Ana Talita Nogueira Pascoal ² ; Matheus Alves Ferreira ² ; Emília Carmem da Silva ³	
Capítulo 106	929
PICOLÉ COMO EXCELENTE ALTERNATIVA DE ALIMENTO: REVISÃO	
Noemi de Paula Almeida ¹ ; Fabiano Freire Costa ² ;	
Capítulo 107	937
AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE TÉRMICA DE MEMBRANAS DE CELULOSE BACTERIANA PRODUZIDAS A PARTIR DE EXTRATO DE SOJA	
Viviane Fonseca Caetano ¹ ; Glória Maria Vinhas ²	
Capítulo 108	943
FARINHA DE BAGAÇO DE MAÇÃ: UMA ALTERNATIVA PARA APROVEITAMENTO DE COPRODUTO DA AGROINDÚSTRIA	
Mariá Toledo de Carvalho Silva ¹ ; Paulo Cezar da Cunha Júnior ¹ ; Mariana Teixeira da Costa Machado ² ; Elisa Helena da Rocha Ferreira ²	

Capítulo 109	954
PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO LEVEDO COMO RESÍDUO DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA Allan Pereira Barboza Gomes ¹ ; Ricardo Schmitz Ongaratto ²	
Capítulo 110	965
TEOR DE SELÊNIO EM DIFERENTES OLEAGINOSAS: UMA REVISÃO Ana Luísa Schiessl Fabri ¹ ; Emerson Eiji Zenin ² ; Maria Manuela Camino Feltes ³	
Capítulo 111	975
ESTUDO DOS TEORES DE POLIFENÓIS TOTAIS EM AZEITONAS AO LONGO DA COLHEITA Patricia Prati ¹ ; Edna Ivani Bertoncini ² ; Angélica Prela Pantano ³	
Capítulo 112	985
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE ARAÇÁ (<i>Psidium cattleianum</i>): UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA Natiele Correia Veloso ¹ ; Ana Letícia Andrade Ferreira ² ; Mateus Figueredo Pires ³ ; Michelle Barbosa Rodrigues ⁴ ; Mariele Correia Lucrecio ⁵ ; Ana Paula de Lima Veeck ⁶ ; Roberto Akitoshi Komatsu ⁷	
Capítulo 113	992
CICLODEXTRINAS E SEU POTENCIAL DE APLICAÇÃO EM ALIMENTOS: REVISÃO Lívia Neves Santa Rosa ¹ ; Ana Clarissa dos Santos Pires ²	
Capítulo 114	1001
DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM MASSA FRESCA ENRIQUECIDA COM MIX DE FARINHAS DA FRAÇÃO FOLIAR DE HORTALIÇAS Andressa Pedroso Carlotto de Souza ¹ ; Cláudia Hernandes Ogeda ²	
Capítulo 115	1008
EFEITO DAS CONDIÇÕES DE INFUSÃO SOBRE O TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE TANSAGEM (<i>Plantago major</i> L.) Carla Patrícia Schmitt ¹ ; Marines Marlete Stahlhofer ² ; Tayná Francine Gretzler Gruetzmann ³ ; Denise da Fontoura Prates ⁴ ; Danielle Cristina Barreto Honorato Ferreira ⁵ ; Taxis Regina Baú ⁶	
Capítulo 116	1016
TRATAMENTOS ALTERNATIVOS AOS SULFITOS NA VINIFICAÇÃO DE UVA BRANCA E INFLUÊNCIA NAS REAÇÕES DE OXIDAÇÃO E COMPOSIÇÃO DO VINHO: REVISÃO Luana de Souza Futigami ¹ ; Thalita Isabel Assumpção ² ; Jeferson Kolling ² ; Maiara Arbigaus Bredun ³ ; Vivian Maria Burin ⁴	
Capítulo 117	1025
CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS OBTIDAS COM RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS Leonardo de Jesus Siqueira ¹ ; Débora Arantes Alves Terra ² ; Marisa Wansovski ³ ; Fernanda Raghianti ⁴ ; Elaine Alves dos Santos ⁵	
Capítulo 118	1034
VITAMINA K: HISTÓRICO E NOVAS PERSPECTIVAS Lucile Tiemi Abe-Matsumoto	

Capítulo 119	1044
BENEFÍCIOS DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi NO USO COMO ADITIVO FITOGÊNICO EM RAÇÕES DE ANIMAIS	
Istefany Florido Mendes Lopes ¹ ; Thais Borges Carmona ² ; Daniela Barros de Oliveira ³	
Capítulo 120	1053
ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS DE CADEIA LONGA: IMPACTO NO DESENVOLVIMENTO CEREBRAL E VISUAL	
Mahyara Markievicz Mancio Kus-Yamashita ¹ ; Jorge Mancini Filho ²	
Capítulo 121	1059
PERCEPÇÃO SOBRE ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL E MACRONUTRIENTES POR IDOSOS EM ÁREA RURAL DE SOLÂNEA – PB	
Jaqueline Medeiros da Costa ¹ , Iany Louise de Medeiros ² , Maria das Graças Diniz Alves ³ , Karolaine da Silva Freitas ⁴ , Leticia Emanuelle do Nascimento Brito ⁵ , Maria Antônia Evaristo de Souza Simões ⁶ , Tamires Alcântara Dourado Gomes Machado ⁷	
Capítulo 122	1067
COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS ENTRE CHÁ MATE E CHÁ PRETO COMERCIAIS	
Maiara Zanoelo ¹ ; Marcelo Luis Kuhn Marchioro ¹ , Mario Antônio Alves da Cunha ² , Edimir Andrade Pereira ²	
Capítulo 123	1074
EFEITO DO ULTRASSOM NA ESTRUTURA E PROPRIEDADES TÉCNICO-FUNCIONAIS DAS PROTEÍNAS DO LEITE	
Ana Flávia Coelho Pacheco ¹ ; Flaviana Coelho Pacheco ² ; Jeferson Silva Cunha ³ ; Paulo Henrique Costa Paiva ⁴ ; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior ⁵	
Capítulo 124	1083
EXTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DE CARBOIDRATOS DO FRUTO DO GRAVATÁ (<i>Bromelia balansae</i> Mez.)	
Rafael Silva Naito ¹ ; Cassia Roberta Malacrida Mayer ²	
Capítulo 125	1093
COMPOSTOS BIOATIVOS EM FRUTAS EXÓTICAS BRASILEIRAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
Gabriela Carolina Milanezzi ¹ ; Beatriz Camargo Barros de Silveira Mello ²	



BIOTECNOLOGIA DE ALIMENTOS

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-1>

Capítulo 1

O METABOLISMO DAS LEVEDURAS NOS PROCESSOS FERMENTATIVOS: UMA REVISÃO

SABRINA DUARTE DE OLIVEIRA¹; DJALMA VITORINO COSTA FILHO²; VALÉRIA LOPES CRUZ³; ANA CRISTINA SILVEIRA MARTINS⁴; JOELLINGTON MARINHO DE ALMEIDA⁵; ADJAIR JOSÉ DA SILVA⁶; GILBERTO EDNALDO DOS SANTOS BRAGA⁷

¹Estudante do Curso de Doutorado no Programada de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – CT – UFPB – E-mail: sabrinaduarte.o.sjrp@gmail.com

²Estudante do curso de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia – CT – UFPB – E-mail: djalmavitorinocostafilho@gmail.com

³Estudante do curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Gestão Ambiental – IFPE – E-mail: valeria.lopes@vitoria.ifpe.edu.br

⁴Estudante do curso de Doutorado no programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – CT – UFPB – E-mail: nutricionistaanamartins@hotmail.com

⁵Estudante do curso de Doutorado no Programa de Pós-graduação em Biotecnologia – CCS – UFES – E-mail: joellingtonalmeida@gmail.com

⁶Estudante do curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia – CCA – UFPB – E-mail: adjairsilva.agronomia.ifpe@gmail.com

⁷Estudante do curso de Agronomia – DDE – IFPE – E-mail: gilbertoanoneiro14@gmail.com

Resumo: A fermentação de leveduras de diferentes fontes de carboidratos vegetais é uma das tecnologias humanas mais antigas, e suas origens remontam ao período Neolítico. No metabolismo da glicose, mais especificamente na via glicolítica, ocorre uma interação entre genes, enzimas e elementos inorgânicos que estão envolvidos nas principais reações de fermentação, nessas reações, etapas como a glicólise e catabolismo do piruvato são importantes para a produção de energia e reciclagem de NAD, respectivamente. Desta forma, buscou-se realizar uma revisão sistemática acerca do que se encontra na literatura sobre o metabolismo das leveduras em processos fermentativos. Os processos tecnológicos de fermentação podem modificar extensivamente a estrutura dos alimentos, uma vez que as leveduras geram misturas de enzimas extracelulares que rompem as membranas celulares. A disponibilidade de oxigênio varia entre os diferentes nichos. Isso reduz ou elimina completamente a atividade do ciclo de Krebs, da cadeia respiratória e da geração de Adenosina Tri Fosfato (ATP) mitocondrial. Em resposta às condições de hipóxia e anaeróbia, os organismos desenvolveram diversos processos para otimizar a utilização do oxigênio e até reduzir a dependência da presença de oxigênio. As leveduras têm atraído interesses consideráveis como plataformas valiosas para a produção de inúmeros compostos. Tradicionalmente, as leveduras eram usadas principalmente para a produção de etanol ou agiam como óleos crus para o biodiesel. Avanços recentes em engenharia metabólica e biologia sintética forneceram a tecnologia para projetar e construir sistemas de levedura complicados com eficiência.

Palavras-chave: acetil-CoA, fermentação, tecnologia

INTRODUÇÃO

A fermentação de leveduras de diferentes fontes de carboidratos vegetais é uma das tecnologias humanas mais antigas, e suas origens remontam ao período Neolítico. Mesmo nos dias atuais, as leveduras são essenciais para muitos processos biotecnológicos, como cerveja, vinho e fermentações de biocombustíveis. Porém, a complexidade das redes regulatórias de expressão gênica por trás da fermentação alcoólica ainda está longe de ser compreendida (1).

A influência da disponibilidade de carboidratos e aminoácidos na formação do sabor da levedura é bem conhecida, no entanto, os íons metálicos também desempenham um importante papel no processo de fermentação (2), devido sua atuação como cofatores enzimáticos e por exercerem papéis estruturais importantes (3). No metabolismo da glicose, mais especificamente na via glicolítica, ocorre uma interação entre genes, enzimas e elementos inorgânicos que estão envolvidos nas principais reações de fermentação, nessas reações, etapas como a glicólise e catabolismo do piruvato são importantes para a produção de energia e reciclagem de NAD, respectivamente (4).

A extensão em que cada via é empregada depende das condições ambientais e da disponibilidade de nutrientes. Quando as condições favorecem o crescimento, o piruvato é direcionado da produção de etanol para acetil-CoA via acetaldeído/acetato e isso leva à formação de compostos sensoriais e sabores derivados de levedura (4).

O acetil-CoA é uma molécula impermeável à membrana constituída por uma porção acetil (CH_3CO) ligada à coenzima A (CoA), um derivado da vitamina B5 e da cisteína, por meio de uma ligação tioéster (5). Como as ligações tioéster são ricas em energia, a estrutura química do acetil-CoA facilita a transferência da porção acetil para uma variedade de moléculas aceitadoras, incluindo grupos amino em proteínas (5).

Desta forma, buscou-se realizar uma revisão sistemática acerca do que se encontra na literatura sobre o metabolismo das leveduras em processos fermentativos.

FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA: CAPACIDADE FERMENTATIVA AERÓBIA DAS LEVEDURAS

Os processos tecnológicos de fermentação podem modificar extensivamente a estrutura dos alimentos, uma vez que as leveduras geram misturas de enzimas extracelulares que rompem as membranas celulares (6). Diversos tratamentos de fermentação têm sido empregados para conservar alimentos, alterando seus atributos organolépticos e aumentando seus valores nutricionais (7). Por tradição, fermentações controladas têm sido operadas em laticínios, produtos de carne e para a produção de bebidas alcoólicas.

A elaboração de bebidas alcoólicas (destiladas ou não) envolve um processo de fermentação que permite a conversão de açúcares fermentáveis em etanol, bem como um elevado número de compostos ativos de sabor que conferem a cada uma das características específicas da bebida (8).

Durante as fermentações alcoólicas industriais, a difusão do ar ou do oxigênio é uma prática aceita e muitas vezes legal. Quando há suspeita de fermentação lenta, geralmente se adiciona oxigênio para melhorar a síntese de biomassa, o que aumenta a taxa de fermentação (9). Em condições aeróbicas, a respiração é possível com o oxigênio como o aceptor final de elétrons, mas as leveduras exibem fermentação alcoólica até que

o açúcar atinja um nível baixo. Este fenômeno é chamado de efeito Crabtree (De Deken), e as leveduras que expressam essa característica são chamadas de leveduras positivas para Crabtree. Em contraste, as leveduras “Crabtree-negativas” carecem de produtos fermentativos e, em condições aeróbias, a biomassa e o dióxido de carbono são os únicos produtos (10).

A disponibilidade de oxigênio varia entre os diferentes nichos. Um dos principais problemas que um organismo enfrenta em condições anaeróbias é a falta do acceptor final de elétrons na cadeia respiratória. Isso reduz ou elimina completamente a atividade do ciclo de Krebs, da cadeia respiratória e da geração de Adenosina Tri Fosfato (ATP) mitocondrial. Em resposta às condições de hipóxia e anaeróbia, os organismos desenvolveram diversos processos para otimizar a utilização do oxigênio e até reduzir a dependência da presença de oxigênio (11).

FORMAÇÃO DE ÉSTERES E ÁLCOOIS SUPERIORES POR LEVEDURAS

Atualmente, esforços significativos estão sendo feitos para o projeto e construção de vias metabólicas que conduzam a uma meta (12). Cepas de leveduras nativas ou modificadas podem produzir com eficiência diferentes tipos de biocombustíveis, incluindo álcoois, ésteres, isoprenóides, alquenos e alcanos (13). Durante o processo de fermentação alcoólica são produzidos primariamente etanol e dióxido de carbono. Porém, além destes, há a formação de produtos do metabolismo secundários como aldeídos, ésteres, ácidos, álcoois superiores, compostos sulfurados, fenóis, biomassa, metanol, furfural (14). Entre esses, os álcoois superiores e os ésteres voláteis representam o maior grupo e o mais importante, pois são responsáveis pelo sabor e aroma floral e frutado altamente desejados nas bebidas alcoólicas (15). A quantidade desses compostos no mosto fermentado e no destilado de uma bebida depende de múltiplos fatores, dos quais se destacam as condições de fermentação, a natureza da fonte de nitrogênio e a cepa de levedura empregada (14).

Os álcoois superiores são produzidos a partir de aminoácidos aromáticos e de cadeia ramificada (BCAA), através da via catabólica de Ehrlich (16), ou do piruvato, através de 2-oxoácidos intermediários envolvidos na biossíntese dos BCAA (17). Na via catabólica, os aminoácidos são primeiro transaminados em 2-oxoácidos, que por sua vez são descarboxilados em aldeídos e finalmente reduzidos aos álcoois correspondentes. As concentrações típicas de álcoois superiores na cerveja estão na faixa de 100-200 mg/L e no vinho na faixa de 2-44 mg/L (15).

O álcool amílico é relatado como o composto aromatizante mais presente e quantitativamente significativo de grupos de álcool superior. Álcoois amílicos ativos e seus isômeros são, na maioria das vezes, descritos como representados puramente como álcool amílico (18). Outro álcool superior que afeta a qualidade da cerveja é o álcool isobutílico, e seu efeito indesejável pode ser percebido quando sua concentração na cerveja ultrapassa 20% da concentração total de três outros álcoois, como N – propanol, isobutil e amil (15) (19).

Existem duas vias metabólicas bem conhecidas para a biossíntese de álcool superior em *Saccharomyces cerevisiae* (Figura 1), um é da glicólise e o outro dos aminoácidos. Em ambas as vias, os α -cetoácidos são formados, descarboxilados em aldeídos e desidrogenados para produzir o álcool primário correspondente (20). Na via de Ehrlich ou na via dos aminoácidos, os aminoácidos são convertidos em α -cetoácidos pela enzima aminotransferase. Os ésteres são sintetizados a partir de álcoois superiores e acil-

CoA, e sua produção está intimamente ligada à produção superior de precursores de álcool. Assim, é importante elucidar a síntese de álcool superior e os mecanismos de conversão de álcoois superiores em ésteres, durante a pesquisa de compostos voláteis e sabores de bebidas alcoólicas (21)(22).

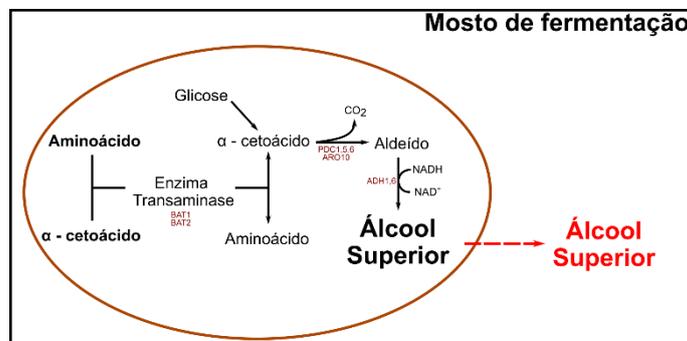


Figura 1 - Via de síntese do álcool superior
Fonte: Kobayashi *et al.* (2008)

Ésteres ativos de aroma são sintetizados pela fermentação de células de levedura no espaço intracelular (24). Foi demonstrado que os ésteres se difundem entre as células e o meio de fermentação, dependendo da espécie de levedura usada e da temperatura, uma vez que a maioria dos ésteres é retida em temperaturas mais baixas (25) (26) (27). A maior proporção de ésteres produzidos permanece dentro das células de leveduras ‘lager’ (*Saccharomyces pastorianus*, *Saccharomyces carlsbergensis*, *Saccharomyces uvarum*) e no meio de fermentação para leveduras ale (*Saccharomyces cerevisiae*), o que explica a combinação de sabores mais complexos das cervejas ‘ale’, por exemplo. (28)

A Figura 2 mostra um modelo para a produção de éster durante a fermentação relacionada à disponibilidade do substrato de acetil-CoA como o principal fator limitante. Parâmetros controlados, como adição de ácido graxo, níveis de nitrogênio e oxigênio, disponibilidade de nutrientes, temperatura e pressão estão diretamente envolvidos na síntese de ésteres, uma vez que podem alterar os níveis de acetil-CoA no mosto em fermentação. Em resumo, cada variável que modifica os níveis de acetil-CoA também mudaria a produção e a concentração de éster. Os altos níveis de sólidos do mosto, lipídios do mosto e oxigênio também interferem, pois induzem o crescimento da levedura e, conseqüentemente, a concentração de acetil-CoA, o que diminui a disponibilidade de acetil-CoA para a produção de ésteres (29) (26).



Figura 2 - Via de síntese do éster
Fonte: Adaptado de Verstrepen *et al.*, (2003)

Outro parâmetro que afeta a produção de ésteres é a contaminação por micotoxinas, que pode ocorrer em diferentes estágios da fermentação. Muitos deles podem ser transferidos dos grãos de cereais para o malte e depois para a cerveja devido à sua resistência a altas temperaturas (aflatoxinas, zearalenona e desoxinivalenol) e solubilidade em água (desoxinivalenol e fumonisinas) (30). Estudos relacionados ao efeito da contaminação do mosto por micotoxinas sobre os compostos voláteis da fermentação alcoólica descobriram que algumas micotoxinas (principalmente aflatoxina B1 e desoxinivalenol) são capazes de inibir a desidrogenase do álcool. O resultado é um aumento na concentração de acetaldeído e outros compostos voláteis indesejáveis sintetizados durante a fermentação alcoólica, mas não tem efeito sobre o conteúdo total de éster (31).

Álcoois superiores podem ser produzidos a partir de aminoácidos através da via de Ehrlich, onde alfa-cetoácidos (α -cetoácidos), os principais intermediários, podem ser dirigidos catabolicamente a partir de aminoácidos exógenos ou anabolicamente a partir de açúcares como subprodutos da síntese de aminoácidos (32) (33).

A biossíntese dos álcoois superiores foi definida pela via de Ehrlich, que por sua vez divide-se em três etapas (transaminação, descarboxilação e regulação). A primeira etapa, transaminação, envolve quatro enzimas codificadas pelos genes Bat1 (Twt1 ou Eca39), Bat2 (Twt2 ou Eca40), Aro8 e Aro9, são enzimas transaminases responsáveis por catalisar a transferência de amina entre os aminoácidos e seus respectivos α -cetoácido, usando glutamato/ α -cetoglutarato como doador/aceitador. As enzimas criptografadas com Bat1 e Bat2 estão envolvidos na transaminação de BCAA (34) (35), enquanto que Aro8p e Aro9p foram descritos pela primeira vez como sendo aminotransferases de aminoácidos aromáticos (33).

Após a transaminação, os α -cetoácidos restantes podem ser descarboxilado para formar o respectivo aldeído, sendo este um ponto sem retorno na via de Ehrlich (36). Após a descarboxilação, os aldeídos fusel entram no último etapa do caminho de Ehrlich, onde são convertidos em seus respectivos álcoois pela ação das álcool desidrogenases. Qualquer uma das álcool desidrogenases de *S. Cerevisiae* codificado por Adh1, Adh2, Adh3, Adh4 e Adh5 ou o formaldeído desidrogenase criptografado por Sfa1 é capaz de catalisar a conversão de aldeídos fusel em álcoois superiores (37).

PRODUÇÃO DE ÉSTERES DE ACILA EM ALIMENTOS FERMENTADOS POR LEVEDURAS

Os ésteres voláteis são metabólitos secundários produzidos por leveduras e fungos durante a fermentação (38) e em plantas durante o amadurecimento dos frutos (39). Esses compostos são componentes importantes e desejáveis do sabor de frutas e de bebidas fermentadas, como cerveja e vinho (40) Compreender a bioquímica dos ésteres voláteis é, portanto, de considerável importância na agricultura industrial, vinificação e cerveja.

Compostos importantes para definir a qualidade sensorial das bebidas são o acetato e os ésteres etílicos, uma vez que se caracterizam por aromas frutados e florais (29). Ésteres de acetato são formados pela condensação de acetyl-CoA com um álcool, como acetato de isoamila e acetato de isobutila, enquanto ésteres de acila, como hexanoato de etila (caproato de etila) e octanoato de etila (caprilato de etila) (41), são produzidos pela condensação de ácidos graxos de cadeias médias ativadas por CoA com etanol. As concentrações de ésteres variam amplamente nas bebidas alcoólicas (42) (15).

Ésteres etílicos de ácidos graxos C6-C10 (FAEEs), incluindo hexanoato de etila (EH), octanoato de etila (EO) e decanoato de etila (ED), são compostos aromatizantes importantes. Esses ésteres exibem aroma de semente de anis, aroma de maçã azeda e odor floral em bebidas alcoólicas como baijiu (licor chinês), cerveja e vinho (42). Essas substâncias aromáticas exclusivas podem ajudar a reduzir o estresse dos consumidores e dar uma sensação de prazer (43). Embora esses ésteres estejam presentes em pequenas quantidades, pequenas alterações nas concentrações podem influenciar o sabor e o sabor final das bebidas fermentadas (42). *Saccharomyces cerevisiae* exibe uma baixa capacidade de produzir FAEEs C6-C10 durante a produção de bebidas alcoólicas, desta forma a engenharia genética têm buscado novas leveduras capazes de formar esteres de acila de forma mais eficaz (44).

Os ésteres graxos são produzidos a partir de álcoois (graxos) e ácidos (graxos) por meio de esterificação. A introdução de cera éster sintases (WS) permitiu a produção de ésteres etílicos de ácidos graxos (FAEEs) por *S. cerevisiae* projetada (45). Usando WS como a enzima catalítica, a produção de 4,4 mg / L FAEE foi posteriormente relatada em uma cepa de integração cromossômica (46), e 10.498 µg FAEE / g de peso seco celular (CDW) foram obtidos usando uma via sintética expressando Ácidos graxo tipo I e WS / acil-coenzima A: diacilglicerol aciltransferase (WS / DGAT) (47). As estratégias envolvendo o direcionamento de enzimas para diferentes compartimentos celulares resultaram em perfis de produtos FAEE distintos. Uma cepa de *Y. lipolytica* recentemente desenvolvida produziu 1,18 g / L de FAEEs em cultivo em frasco de agitação após otimização do promotor para superexpressão de WS, eliminação de β-oxidação e redirecionamento do fluxo metabólico para acetil-CoA (48).

Ésteres ativos de aroma são formados intracelularmente pela fermentação de células de levedura. Uma vez que são lipossolúveis, os ésteres etílicos podem se difundir através da membrana celular para o meio de fermentação. Ao contrário da excreção de éster de acetato, que é rápida e completa, a transferência de ésteres de etila para o meio de fermentação diminui drasticamente com o aumento do comprimento da cadeia, de 100% para hexanoato de etila a 54 a 68% para octanoato de etila e 8 a 17% para decanoato de etila. A taxa de formação de éster etílico depende de três fatores: as concentrações dos dois co-substratos (o componente acil coenzima A [acil-CoA] e etanol) e a atividade das enzimas envolvidas em sua síntese e hidrólise. Portanto, todos os parâmetros que influenciam as concentrações de substrato ou atividade enzimática podem afetar a produção de éster etílico (42)

CONCLUSÕES

As leveduras têm atraído interesses consideráveis como plataformas valiosas para a produção de inúmeros compostos. Tradicionalmente, as leveduras eram usadas principalmente para a produção de etanol ou agiam como óleos crus para o biodiesel. Avanços recentes em engenharia metabólica e biologia sintética forneceram a tecnologia para projetar e construir sistemas de levedura complicados com eficiência.

Foi possível concluir que os ésteres são os principais compostos em termos de perfil de aroma, e atestar que sua via biossintética durante a etapa de fermentação é de grande relevância para a qualidade de bebidas fermentadas. O acetato de etila é o éster com maior concentração na cerveja, e sua formação pela ação de levedura é controlada principalmente pelo nível de expressão dos genes que codificam Acetiltransferase. Além disso, as mudanças na disponibilidade dos dois substratos para a produção de éster

(álcoois superiores e acil-CoA), também influenciam as taxas de síntese de ésteres. Assim, qualquer fator que influêncie a expressão dos genes de éster sintase e/ou as concentrações de substratos afetará a produção de éster.

REFERÊNCIAS

1. Dashko S, et al. Why, when, and how did yeast evolve alcoholic fermentation?. *FEMS yeast research*. 2014;14:826-832.
2. Wietstock PC, Kunz T, Waterkamp H, Methner FJ. Absorption and release of Ca, Cu, Fe, Mg and Zn during beer production. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 2015;73:179-184.
3. Cyert M, Philpott C. Regulation of cation balance in *Saccharomyces cerevisiae*. *Genetics*. 2013;193:677-713.
4. Ribeiro Filho N, Linforth R, Powell CD, Fisk ID. Influence of Essential Inorganic Elements on Flavour Formation During Yeast Fermentation. *Food Chemistry*. 2021;130025.
5. Shi L, Tu BP. Acetyl-CoA induces transcription of the key G1 cyclin CLN3 to promote entry into the cell division cycle in *Saccharomyces cerevisiae*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013;110:7318-7323.
6. Adebo OA, Medina-Meza IG. Impact of fermentation on the phenolic compounds and antioxidant activity of whole cereal grains: A mini review. *Molecules*. 2020;25:927.
7. Mapelli-Brahm P, Barba FJ, Remize F, Garcia C, Fessard A, Khaneghah AM, Sant'ana AS, Lorenzo JM, Montesano D, Melendez-Martinez AJ. The impact of fermentation processes on the production, retention and bioavailability of carotenoids: An overview. *Trends in Food Science & Technology*. 2020;99:389-401.
8. Gschaedler A. Contribution of non-conventional yeasts in alcoholic beverages. *Current Opinion in Food Science*. 2017; 13:73-77.
9. Salmon JM. Interactions between yeast, oxygen and polyphenols during alcoholic fermentations: Practical implications. *LWT-Food Science and Technology*. 2006;39:959-965.
10. Dashko S, et al. Why, when, and how did yeast evolve alcoholic fermentation?. *FEMS yeast research*. 2014;14:826-832.
11. Merico A, Sulo P, Piskur J, Compagno C. Fermentative lifestyle in yeasts belonging to the *Saccharomyces* complex. *The FEBS journal*. 2007;274:976-989.
12. Zhou YJ, Kerkhoven EJ, Nielsen J. Barriers and opportunities in bio-based production of hydrocarbons. *Nat Energy*. 2018;3:925-935.
13. Liu Z, Moradi H, Shi S, Darvishi F. Yeasts as microbial cell factories for sustainable production of biofuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2021;143:110907.
14. Silva DC. Análise do perfil metabólico e organoléptico da levedura *Dekkera bruxellensis* visando à elaboração de cachaças diferenciadas. [Dissertação] – Recife: Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco; 2013.
15. Vidal EE, Billerbeck GM, Simões DA, Shuler A, François JM, Morais JR MA. Influence of nitrogen supply on the production of higher alcohols/esters and

- expression of flavour-related genes in cachaça fermentation. *Food Chemistry*. 2013;138:701-708.
16. Ehrlich F. Über die bedingungen der fuselölbildung und über ihren zusammenhang mit dem eiweissaufbau der hefe. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*. 1907;40:1027-1047.
 17. Hazelwood LA, Daran JM, Van Maris AJA, Pronk JT, Dickinson JR. The Ehrlich pathway for fusel alcohol production: A century of research on *Saccharomyces cerevisiae* metabolism. *Applied and Environmental Microbiology*. 2008;74:2259.
 18. Dack RE, Black GW, Koutsidis G, Usher SJ. The effect of Maillard reaction products and yeast strain on the synthesis of key higher alcohols and esters in beer fermentations. *Food Chem*. 2017;232:595-601.
 19. Coelho E, Magalhães J, Pereira FB, Macieira F, Domingues L, Oliveira JM. Volatile fingerprinting diverse aged craft beers. *LWT Food Sci. Technol*. 2019;08:129–136.
 20. Gutsche KA, Tran TB, Vogel RF. Production of volatile compounds by *Lactobacillus sakei* from branched chain α -keto acids. *Food Microbiol*. 2012;29:224-228.
 21. Chen L, Zhao Q, Jin H, Zhang X, Xu Y, Yu A, Zhang H, Ding L. Determination of xanthohumol in beer based on cloud point extraction coupled with high performance liquid chromatography. *Talanta*. 2010;81:692-697.
 22. Humia BV, Santos KS, Barbosa AM, Sawata M, Mendonça MC, Padilha FF. Beer Molecules and Its Sensory and Biological Properties: A Review. *Molecules*. 2019;24:8.
 23. Kobayashi M, Shimizu H, Shioya S. Beer volatile compounds and their application to low-malt beer fermentation. *J Biosci Bioeng*. 2008;106:317-23.
 24. Holt S, Mukherjee V, Lievens B, Verstrepen KJ, Thevelein JM. Bioflavoring by non-conventional yeasts in sequential beer fermentations. *Food Microbiol*. 2018;72:55-66.
 25. Renger RS, Van Hateren SH, Luyben KCAM. The formation of esters and higher alcohols during brewery fermentation: The effect of carbon dioxide pressure. *J. Inst. Brew*. 1992;98:509-513.
 26. Gibson B, Liti G. *Saccharomyces pastorianus*: Genomic insights inspiring innovation for industry. *Yeast*. 2015;32:17–27.
 27. Nikulin J, Krogerus K, Gibson B. Alternative *Saccharomyces* interspecies hybrid combinations and their potential for low-temperature wort fermentation. *Yeast*. 2018;35:113–127.
 28. Van Rijswijck IMH, Wolkers-Rooijackers JCM, Abee T, Smid EJ. Performance of non-conventional yeasts in co-culture with brewers' yeast for steering ethanol and aroma production. *Microb. Biotechnol*. 2017;10:1591–1602.
 29. Verstrepen KJ, Derdelinckx G, Dufour JP, Winderickx J, Pretorius IS, Thevelein JM, Delvaux FR. The *Saccharomyces cerevisiae* alcohol acetyl transferase gene ATF1 is a target of the cAMP/PKA and FGM nutrient-signalling pathways. *FEMS Yeast Res*. 2003;4:285-96.
 30. Kuzdralski A, Solarska E, Muszynska M. Deoxynivalenol and zearalenone occurring in beers analyzed by an immunoenzymatic test method. *Food Control*. 2013;29:22-24.

31. Pascari X, Ramos AJ, Marín S, Sanchís V. Mycotoxins and beer. Impact of beer production process on mycotoxin contamination. A review. *Food Res Int.* 2018;103:121-129.
32. Chen ECH. The relative contribution of Ehrlich and biosynthetic pathways to the formation of fusel alcohols. *Journal of the American Society of Brewing Chemists.* 1978;36:39-43.
33. Pires EJ, et al. Yeast: the soul of beer's aroma - a review of flavour-active esters and higher alcohols produced by the brewing yeast. *Applied Microbiology and Biotechnology.* 2014;98:1937-1949.
34. Eden A, Simchen G, Benvenisty N. Two yeast homologs of ECA39, a target for c-Myc regulation, code for cytosolic and mitochondrial branched-chain amino acid aminotransferases. *Journal of Biological Chemistry.* 1996;271:20242–20245.
35. Kispal G, Steiner H, Court DA, Rolinski B, Lill R. Mitochondrial and cytosolic branched-chain amino acid transaminases from yeast, homologs of the myc oncogene-regulated Eca39 protein. *Journal of Biological Chemistry.* 1996;271:24458–24464.
36. Dickinson JR, Lanterman MM, Danner DJ, et al. A ¹³C nuclear magnetic resonance investigation of the metabolism of leucine to isoamyl alcohol in *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Biological Chemistry.* 1997;272:26871–26878.
37. Dickinson JR, Salgado LE, Hewlins MJ. The catabolism of amino acids to long chain and complex alcohols in *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Biological Chemistry.* 2003; 278:8028–8034.
38. Saerens SMG, Delvaux FR, Verstrepen KJ, Thevelein JM. Production and biological function of volatile esters in *Saccharomyces cerevisiae*. *J Microbial Biotechnol.* 2010;3:165–177.
39. El Hadi MAM, Zhang F-J, Wu F-F, Zhou C-H, Tao J. Advances in fruit aroma volatile research. *Molecules.* 2013;18:8200–8229.
40. Robinson AL, Boss PK, Solomon OS, Trengove RD, Heymann H, Ebeler SE. Origins of grape and wine aroma. Part 1. Chemical components and viticultural impacts. *Am J Enol Vitic.* 2014;65:1–24.
41. Meilgaard M. Effects on flavour of innovations in brewery equipment and processing: a review. *Journal of the Institute of Brewing.* 2001;107:271-286.
42. Saerens S, Delvaux F, Verstrepen K, Van Dijck P, Thevelein J, Delvaux F. Parameters affecting ethyl ester production by *Saccharomyces cerevisiae* during fermentation. *Applied and Environmental Microbiology.* 2008;74:454.
43. Dong JJ, Li QL, Yin H, Zhong C, Hao JG, Yang PF, et al. Predictive analysis of beer quality by correlating sensory evaluation with higher alcohol and ester production using multivariate statistics methods. *Food Chemistry.* 2014;161:376-382.
44. Chen Y, Li F, Guo J, Liu G, Guo X, Xiao D. Enhanced ethyl caproate production of Chinese liquor yeast by overexpressing EHT1 with deleted FAA1. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology.* 2014;41:563-572.
45. Shi S, Valle-Rodriguez JO, Khoomrung S, Siewers V, Nielsen J. Functional expression and characterization of five wax ester synthases in *Saccharomyces cerevisiae* and their utility for biodiesel production. *Biotechnol Biofuels.* 2012;5:7-16.

46. Jong B, Shi S, Valle-Rodríguez J, Siewers V, Nielsen J. Metabolic pathway engineering for fatty acid ethyl ester production in *Saccharomyces cerevisiae* using stable chromosomal integration. *J Ind Microbiol Biotechnol.* 2015;42:477-486.
47. Eriksen DT, Hamedirad M, Yuan Y, Zhao H. Orthogonal fatty acid biosynthetic pathway improves fatty acid ethyl ester production in *Saccharomyces cerevisiae*. *ACS Synth Biol.* 2015;4:808-814.
48. Gao Q, Cao X, Huang Y-Y, Yang J-L, Chen J, Wei LJ, et al. Overproduction of fatty acid ethyl esters by the oleaginous yeast *Yarrowia lipolytica* through metabolic engineering and process optimization. *ACS Synth Biol.* 2018;7:1371-1380.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-2>

Capítulo 2

ÁCIDOS GRAXOS COMPONENTES FUNCIONAIS DA CARNE: REVISÃO

Julia Dezen Gomes¹; Simara Larissa Fanalli²; Bruna Pereira Martins da Silva²; Julia Pereira Martins da Silva¹; Albino Luchiarri Filho³; Aline Silva Mello Cesar⁴

¹Estudante do Curso de Ciências dos Alimentos- ESALQ – USP; E-mail: juliadezen@usp.br; juliamartins@usp.br, ²Pós-graduanda no Programa de Biociência Animal- FZEA- USP; E-mail: simarafanalli@usp.br; brunamartins@usp.br, ³Professor Associado do Depto de Agroindústria, Alimentos e Nutrição- ESALQ-USP. E-mail: luchiarri@usp.br, ⁴Docente/pesquisador do Depto de Agroindústria, Alimentos e Nutrição– ESALQ –USP. E-mail: alinecesar@usp.br.

Resumo: Nos últimos anos, vem crescendo a preferência dos consumidores por alimentos que, além de nutrirem, apresentam efeitos benéficos à saúde e que podem prevenir algumas doenças. Estes alimentos são definidos como alimentos funcionais, os quais apresentam componentes bioativos responsáveis por ações como: antioxidante, pró-inflamatório, imunoprotetor, entre outras. Como exemplo destes componentes temos os ácidos graxos (AG), que são lipídeos presentes tanto em alimentos de origem animal e quanto vegetal, e alguns são essenciais para a saúde de humanos e animais. Os ácidos graxos são componentes essenciais para as membranas celulares, para uma série de mecanismos biológicos e metabólicos das células, além de sua participação em mecanismos de sinalização e regulação celular. Os AG são classificados pelo número de carbonos em sua cadeia, pelo número de insaturações e localização destas insaturações, sendo então classificados como AG de cadeia curta ou longa, saturado, insaturado, mono ou poliinsaturado, ômega 3, 6 ou 9. Suas funções biológicas são dependentes de sua estrutura química, assim possuem diferentes papéis funcionais e estão presentes em diferentes matrizes alimentícias. Diante desta significativa importância dos ácidos graxos na dieta humana, o principal objetivo a ser alcançado por meio desta revisão é apresentar os ácidos graxos como componente funcional presente na carne, destacando seus benefícios à saúde e à prevenção de doenças.

Palavras-chave: carne; doenças; ômega 3; ômega 6; saúde.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os hábitos alimentares dos consumidores mudaram consideravelmente, aumentando a preferência por alimentos que, além de nutrirem, apresentam efeitos benéficos à saúde, como alimentos que sejam capazes de auxiliar na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como as doenças cardiovasculares (1). Os alimentos que apresentam essa característica benéfica são conhecidos como funcionais e dentre eles pode-se destacar aqueles que contêm componentes bioativos ou funcionais como os ácidos graxos (2).

Os ácidos graxos mono (AGM) e poliinsaturados (AGP) são componentes funcionais presentes em alimentos tanto de origem animal como vegetal. Estudos anteriores têm associado a ingestão de dietas ricas nesses ácidos graxos com benefícios à saúde humana, sugerindo que esses compostos estão associados com a diminuição dos níveis de lipoproteína de baixa densidade (LDL-colesterol) e com o aumento potencial dos níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL-colesterol) no sangue, por meio de modificações na composição das membranas celulares e das lipoproteínas, diminuindo o risco de aterosclerose e ocorrência de diabetes tipo 2 (2). O aumento dos níveis LDL-colesterol na corrente sanguínea está associado ao consumo de gorduras saturadas e isso está diretamente relacionado ao aumento do risco de aterosclerose. O HDL-colesterol possui efeito contrário, pois níveis elevados desse colesterol estão correlacionados com a diminuição do risco da aterosclerose (3). Ao contrário dos ácidos graxos saturados (AGS), os AGP diminuem a concentração de colesterol no soro sanguíneo (4).

A carne suína é um dos alimentos que apresenta um perfil de AG de alta insaturação, principalmente devido a presença do ácido oleico (AO). Ela é considerada como uma importante fonte deste ácido graxo na nutrição e saúde humana (5–8). O AO pode ser convertido em oleoiletonanolamida (OEA), uma pequena molécula presente no intestino, que está envolvida no controle do apetite (9). Assim, torna-se de grande importância os estudos científicos que permitam aprimorar nossos conhecimentos sobre os efeitos associados ao consumo de AGM e AGP e consequente impacto à saúde humana.

Desta forma, essa revisão tem como objetivo principal destacar o papel dos ácidos graxos, quando consumidos de maneira adequada na dieta convencional, como componente funcional e descrever seus benefícios em relação à saúde do consumidor.

ALIMENTOS FUNCIONAIS

A definição de alimentos funcionais pode variar, porém, são frequentemente definidos como aqueles alimentos ou ingredientes que, além de nutrir, quando consumidos como parte da dieta convencional, podem produzir diversos efeitos fisiológicos, metabólicos e/ou benefícios à saúde, além de serem seguros para o consumo sem a necessidade de supervisão médica, no entanto, tais fatos devem ser comprovados por estudos científicos (10). Desta forma, um alimento pode ser considerado funcional se possuir efeitos nutricionais, estar relacionado à saúde e bem-estar dos consumidores e reduzir o risco de uma doença (11).

No Brasil, não existe nenhum regulamento que conceitua alimento funcional. No entanto, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), agência reguladora no Brasil, apresenta duas categorias às quais esses alimentos podem se enquadrar: alegação de propriedade funcional, que dispõe do papel fisiológico ou metabólico que o nutriente ou não nutriente tem sobre algumas funções do organismo humano (12); e alegação de propriedade de saúde, que regulamenta sobre a relação entre alimentos ou ingredientes com doenças ou condições relacionadas à saúde (13). Os alimentos funcionais podem ser agrupados de três maneiras: (I) alimentos modificados por enriquecimento, ou outros meios, com substâncias bioativas capazes de reduzir o risco de alguma doença (14,15); (II) alimentos convencionais com componentes bioativos (14,15); e (III) ingredientes alimentares sintetizados (15).

O interesse nos alimentos que trazem benefícios à saúde está diretamente relacionado à conscientização dos consumidores em relação aos efeitos benéficos desses produtos (16,17). No entanto, o mercado de alimentos funcionais é caracterizado por um

público jovem mais exigente e informado, porém com enorme potencial de crescimento e diversificação (18). Alimentos que melhoram a qualidade de vida e auxiliam na prevenção de algumas doenças, como doenças cardiovasculares e doenças neurodegenerativas (2), são os mais procurados (19). Tal fato ocorre devido à preocupação pela saúde e bem-estar, e acesso à informações científicas sobre os efeitos dos alimentos funcionais (20,21).

ÁCIDOS GRAXOS

Os ácidos graxos pertencem à classe dos lipídeos, os quais podem ser obtidos de fontes animais ou vegetais (22) e desempenham várias funções no organismo, como armazenamento de energia e transporte de vitaminas lipossolúveis (23). O valor energético de todos os ácidos graxos é praticamente o mesmo, a maior diferença que pode ser encontrada entre eles é em relação ao seu efeito fisiológico no organismo. Algumas dessas moléculas não podem ser produzidas pelo metabolismo humano, porém são necessárias para a manutenção de processos fisiológicos, estes são classificados como ácidos graxos essenciais, devendo ser obtidos através da alimentação (24).

As propriedades físicas e químicas dos AG podem ser diversificadas e dependem da sua estrutura molecular. Dentre as variantes podemos citar o tamanho da cadeia de carbonos, que em os ácidos graxos pode variar de 2 a 24 átomos de carbonos (C:2 à C:24), a sua posição linear, podendo estar na forma cis ou trans e a quantidade e posicionamento das duplas ligações na molécula. A existência de apenas uma ligação dupla na cadeia carbônica faz com que o AG seja denominado monoinsaturado, enquanto que quando existem duas ou mais ligações são nomeados de poliinsaturados (22). Nos últimos anos um grande debate sobre o consumo de ácidos graxos tem surgido, sugerindo que não apenas a ingestão total diária de gordura, mas a composição de ácidos graxos pode desempenhar um papel fundamental em doenças que acometem os humanos (25).

ÁCIDOS GRAXOS COMO COMPONENTES FUNCIONAIS

O consumo de AGM, ou ômega 9 ((n)-9) na dieta humana se dá, em grande maioria, na forma de ácido oleico, que podem ser encontrados em gorduras animais, sementes, alguns óleos como canola e oliva (26). Enquanto, os AGP, principalmente os das séries ômega 3 ((n)-3) e 6 ((n)-6), podem ser consumidos por meio de óleos extraídos de alguns vegetais, peixes de água fria (salmão, atum, sardinha), nozes, sementes de linhaça e alguns tipos de vegetais (2).

Estes componentes são considerados funcionais por apresentarem alegações de trazerem benefícios à saúde além de nutrição. Estes benefícios são representados por funções e ações anti-inflamatória e regulação da resposta imunológica (27) e também pelo efeito comprovado sobre a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como a hipertensão (2), e efeito protetor o desenvolvimento de alguns tipos de câncer e contra infecções virais (5, 25, 26). Os autores, Yates et al. (2014) (30) descreveram os AGP da série ômega 3 (n-3) como um importante modulador de funções no sistema imunológico, diminuindo a gravidade de distúrbios inflamatórios.

Além disso, os n-3 podem desempenhar papel importante na redução da morbidade e mortalidade cardiovascular, assim como de doenças como dislipidemia, obesidade, câncer, dentre outras (31). Tais benefícios são atribuídos devido a seus efeitos positivos, como: antitrombogênico, hipotrigliceridêmico, melhora de doenças autoimunes, e, quando a dieta é próxima da proporção 1:1 de ômega 6 (n-6) e n-3,

apresenta efeito protetor contra doenças neurodegenerativas. Em contrapartida, seu consumo por meio de frutos do mar é baixo em diversas regiões e se forem uma fonte única destes AG sua produção se torna insustentável, ou seja, a cadeia produtiva não tem capacidade de atender à demanda mundial por esta classe única de alimentos e seus componentes funcionais. Assim, a busca por outras matrizes alimentares que possam suprir esta necessidade mundial é essencial para a atualidade que demanda segurança alimentar e saúde do consumidor, o que torna viável modificar a composição de ácidos graxos da carne de suínos devido a seu maior consumo global (32,33). Existem diversos estudos propositivos para a melhoria da qualidade da carne em animais monogástricos e homolipóides como os suínos, pois o seu perfil de ácidos graxos na carne é reflexo do perfil de ácidos graxos da dieta (29, 31).

CARNE COMO FONTE DE ÁCIDOS GRAXOS

A carne é fonte de gordura, proteínas, aminoácidos essenciais, além de vitaminas (A, B6, B12, D) e minerais na dieta humana (35–37). Além disso, é alvo de estudos para melhorar seu valor nutricional e compreender os mecanismos biológicos e moleculares associados aos ácidos graxos (34,35,38). O conteúdo de gordura e os ácidos graxos presentes na carne contribuem tanto para a qualidade, quanto para o valor nutricional e as diferenças em ácidos graxos variam de acordo com a espécie (39);

Os suínos apresentam valores elevados de AGP como o ácido linoléico (18:2 n-6) (LA) no tecido adiposo e no músculo (39). Além disso, são animais monogástricos e organismos homolipóides, ou seja, apresentam particularidades digestivas do trato gastrointestinal que resultam em alterações na composição dos seus ácidos graxos a partir da dieta adotada com diferentes tipos de óleos (39). Em um estudo, foi verificado os efeitos do aumento de óleo na dieta através de diferentes fontes e concluíram que a força de cisalhamento do lombo de suínos foi alterada, diminuindo na inclusão de 3% de óleo de soja e com 3% de óleo de canola e aumentaram o conteúdo de ácido oleico na gordura intramuscular quando comparado com as dietas de 1.5% de óleo de soja e 3% de óleo de peixe na dieta de suínos machos imunocastrados na fase de crescimento e terminação (34). Além disso, a proporção de (n)-3 e (n)-6 foi diminuída quando a dieta continha 3% de óleo de peixe (34).

A carne bovina apresenta ácidos graxos insaturados como o isômero cis 9, trans 11 ácido linoléico conjugado (ALC) e ácido oleico (AO), além disso, seu teor em ácidos graxos está relacionado a estabilidade oxidativa durante o cozimento, que reflete tanto na suculência, quanto na maciez e sabor da carne. Em contrapartida, seu consumo não deve ser em excesso devido a sua composição em AGS que tem associação a doenças como obesidade e doenças coronárias (36,38). O ALC é considerado um nutriente importante para a nutrição humana. Embora seja sintetizado apenas em ruminantes, desempenha um papel importante no metabolismo lipídico e pode ajudar no combate à obesidade e outras doenças (39,40).

Um estudo realizado através do acompanhamento de enfermeiras americanas (n = 79.939), 98% brancas de 11 estados, com idades entre 30 e 55 anos, por intermédio de questionários aplicados a cada 2 anos, durante 14 anos de acompanhamento referente a atualizações de saúde, alimentação e informação de novas doenças, teve como objetivo verificar a associação existente entre ingestão de peixes e AGP n-3. Nos anos de 1980, 1984, 1986 e 1990, a partir das atualizações do questionário foi possível calcular a ingestão de peixes e ácidos graxos n-3. Os resultados deste trabalho mostraram o consumo

de peixe com associação positiva ao consumo total de energia e de ovo, frango, frutas e vegetais e inversamente associado ao consumo de carne vermelha, o consumo de peixe também foi associado positivamente à ingestão de proteína, gordura saturada, além de AL. Os resultados relacionam também as mulheres no quintil mais alto de ingestão de ácidos n-3 a redução significativa de riscos de infarto lacunar e acidente vascular cerebral total. Em contrapartida, acidente vascular cerebral isquêmico e hemorragia subaracnóidea não tiveram associação estatística, as conclusões dos autores indicam um benefício relacionado à maior ingestão de peixes e menor risco de infarto trombotico, principalmente entre mulheres que não faziam uso de aspirina continuamente (41).

ÔMEGA 3, ÔMEGA 6 E ÔMEGA 9

O equilíbrio entre n-3 e n-6 é importante em diferentes aspectos, entre expressão gênica, metabolismo de eicosanóides e produção de citocinas (42). O desequilíbrio desses ácidos graxos no sangue periférico relaciona-se à superprodução de citocinas pró-inflamatórias (42). Além disso, esse desequilíbrio está envolvido em doenças, incluindo câncer e doenças cardiovasculares (43). Há evidências robustas acerca do benefício do aumento de n-3 e diminuição da ingestão de n-6 tendendo ao equilíbrio, sugerindo proporções variando de 1/1 a 4/1 (42).

Para que os AG das séries n-3 e n-6 assumam grande importância na alimentação humana, recomenda-se, para homens adultos entre 19 e 50 anos, a ingestão de 17g/dia de n-6 e 1,6g/dia de n-3, enquanto, para mulheres na mesma faixa etária, a ingestão deve ser de 12g/dia e 1,1g/dia, respectivamente.

O ácido linoleico (AL) (C18: 2) é um AGP n-6 e o ácido α -linolênico (ALA) (C18:3) é um n-3, esses ácidos graxos essenciais devem ser absorvidos dos alimentos, porque o organismo não os sintetiza (44). Além disso, estão relacionados a conversão em AGP de cadeia longa a partir do alongamento e/ou dessaturação, alguns ácidos graxos como o ácido eicosadienóico (C20: 2 n-6) e ácido araquidônico (AA) (C20: 4 n-6) podem ser obtidos através do LA (44).

O ácido oleico (AO) (C18:1) é um AGM n-9 ou ômega 9. É um importante ácido graxo e está associado a processos biológicos que possuem benefícios a saúde. Esse AG, auxilia quando em quantidades adequadas, na redução do LDL-colesterol e no aumento do HDL-colesterol, auxiliando na prevenção de doenças cardiovasculares por exemplo (45). Além disso, esse ácido graxo está associado a efeitos benéficos na sensibilidade à insulina, evita o aumento de lipídeos complexos deletérios que são induzidos pelo ácido palmítico (C16:0), um ácido graxo saturado (AGS), que quando consumido em excesso pode estar associado a resistência à insulina e diabetes tipo 2 (46,47).

Os cereais como milho, trigo e arroz correspondem por grande parte da produção mundial de grãos, são ricos em carboidratos e AG n-6 apresentando valores baixos em n-3 e antioxidantes (42). Uma dieta rica nesses alimentos sem correto balanceamento pode ser prejudicial à saúde (42). Quando uma dieta é atrelada a alimentos energéticos e pouco gasto calórico, alimentos com alto teor de gordura saturada, n-6 e gordura trans há consequências à saúde, relacionado a aumento de resistência à insulina e hiperinsulinemia, além do risco a outras doenças (42). Alimentos com alto teor de ácidos graxos – trans interferem na conversão em AGP de cadeia longa através do alongamento e dessaturação dos ácidos graxos, reduzindo ácido araquidônico, ácido eicosapentaenóico e ácido docosahexaenóico para o metabolismo humano (42).

Lipídeos bioativos, como as oxilipinas são derivadas de ácidos graxos AGP n-6 e n-3 que têm participação na ativação ou supressão da inflamação, além de outras funções

como apoptose, reparo de tecidos, coagulação do sangue (43), (48). As oxilipinas formadas a partir de n-6 têm maior potencial biológico que quando comparadas advindas de n-3, além disso, podem competir pelo mesmo receptor, o que diminui o efeito biológico. Assim, o conteúdo de oxilipina dos tecidos não deve ser previsto através da composição de AGP tecidual (48).

O AL é sintetizado em plantas, representa de 75% dos ácidos graxos no óleo de cártamo e cerca de 50 a 55% no óleo de milho, semente de algodão e óleo de soja. Os ácidos graxos como EPA e DHA que são n-3, possuem funções biológicas relacionadas à mediação lipídica, transdução de sinal e expressão gênica (49). Outro n-3 é o ALA (n)-3 encontrado principalmente óleos vegetais, como óleo de colza, sementes, nozes e também relacionado a ações benéficas no organismo, além de servir como molécula precursora de EPA e DHA, mas a conversão pode ser prejudicada e alterada de acordo com fatores como regulação hormonal, variabilidade genética e competição de substrato nas etapas de reações de conversão (50). Além da conversão em PUFA n-3, o ALA como suplementação de dietas para suínos através de semente de linhaça ou óleo, pode ter outros destinos após a ingestão como na incorporação em membranas celulares e melhoria em tecidos como músculo, fígado e tecido adiposo (33).

Estudo utilizando diferentes proporções de n-6: n-3 preparadas com óleo de linhaça em suínos na fase de terminação, obteve como resultados a partir da razão baixa de 4: 1 e 2: 1 de (n)-6 e (n)-3 maior concentração de ALA no músculo *Longissimus dorsi* comparados a animais recebendo dieta com proporções de 18:1 (dieta controle), além de maior conteúdo de PUFA. As características relacionadas a espessura de gordura, área de olho de lombo e força de cisalhamento da carne não foram alteradas com as diferentes dietas, corroborando para a linhaça como fonte AL na dieta (51).

É conhecido que os AGP de cadeia longa ou ômega 3, controlam um dos principais mecanismos celulares, apresentando papéis benéficos em doenças inflamatórias. Esses complexos mecanismos, são reflexo da diversidade de funções existentes nos organismos, tendo esses ácidos graxos como moduladores de propriedades das membranas e reguladores de expressão gênica (52). O estudo desses mecanismos afetados por componentes nutricionais representa uma importante e recente área de estudo, a nutrigenômica. Essa área de estudo está diretamente relacionada a alimentos funcionais, pois estuda o impacto dos componentes da dieta no funcionamento do genoma (53).

NUTRIGENÔMICA

Com uma maior exigência por alimentos mais saudáveis, estudos sobre os mecanismos envolvidos entre a dieta e seus efeitos têm aumentado (54). A nutrigenômica é a área que estuda os efeitos dos nutrientes no funcionamento do genoma, em termos de transcrição gênica, níveis de proteínas e mecanismos epigenéticos. Em outras palavras, a nutrigenômica estuda como os componentes da dieta modulam de forma direta ou indireta processos biológicos e seus consequentes efeitos no organismo (55).

A nutrigenômica faz parte das diversas ômicas existentes hoje, que auxiliam na compreensão mais profunda dos efeitos moleculares dos nutrientes na base genética de características complexas e de processos biológicos relevantes, auxiliando em avanços significativos na área de nutrição (56). Inclui também pesquisas sobre genes com diferentes tendências que afetam os danos relacionados à nutrição e tentativas de estudar extensivamente o impacto da nutrição em todo o genoma, com o objetivo principal de aplicar esse conhecimento para prevenir doenças relacionadas com a dieta (57).

Por exemplo, AGP de cadeia longa ou n-3 é a categoria de ácido graxo mais importante na fisiologia humana. Eles controlam mecanismos moleculares importantes e, portanto, desempenham um papel benéfico nas doenças inflamatórias (52). Além disso, micronutrientes e macronutrientes foram claramente reconhecidos como sinais dietéticos poderosos que podem afetar os processos metabólicos celulares e desempenhar um papel central no controle da homeostase corporal (58). Essa evidência fez a comunidade científica perceber que é impossível compreender verdadeiramente os efeitos da nutrição sem compreensão aprofundada. Compreender os efeitos moleculares dos nutrientes na saúde e na doença (59).

A nutrigenômica trouxe uma nova terminologia, novas técnicas experimentais e uma nova abordagem para a pesquisa em nutrição, como tecnologias de alto rendimento que permitem a pesquisa global sobre a expressão gênica em células ou organismos (54).

CONCLUSÕES

A partir deste estudo, pôde-se destacar a importância do consumo dos alimentos funcionais, em especial dos ácidos graxos, nas dietas convencionais, tendo em vista que possuem diversos efeitos benéficos à saúde e podem prevenir o risco de certas doenças, como doenças cardiovasculares, uma vez que a população está mais preocupada com sua saúde e bem-estar.

REFERÊNCIAS

1. Raud C. Os alimentos funcionais: A nova fronteira da indústria alimentar análise das estratégias da Danone e da Nestlé no mercado Brasileiro de iogurtes. *Rev Sociol e Polit.* 2008;16(31).
2. Jocelem Salgado. Alimentos funcionais. 1st ed. 2017.
3. Lopes RM, Toledo De Oliveira T, Nagem TJ. Farmacologia de flavonóides no controle hiperlipidêmico em animais experimentais. *Biotecnol Ciência e Desenvolv.* 2017;18–22.
4. N.R Norum. Dietary fat and blood lipids. *Nutrition Reviews.* 1992;50(42):30–7. Available from: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1753-4887.1992.tb01287.x/pdf>
5. Schmid A. The role of meat fat in the human diet. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2011;51(1).
6. Kritchevsky D. Antimutagenic and some other effects of conjugated linoleic acid. Vol. 83, *British Journal of Nutrition.* 2000.
7. Terés S, Barceló-Coblijn G, Benet M, Álvarez R, Bressani R, Halver JE, et al. Oleic acid content is responsible for the reduction in blood pressure induced by olive oil. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2008;105(37).
8. Pauwels EKJ. The protective effect of the mediterranean diet: Focus on cancer and cardiovascular risk. Vol. 20, *Medical Principles and Practice.* 2011.
9. Dowhan W, Mileykovskaya E, Bogdanov M. Diversity and versatility of lipid-protein interactions revealed by molecular genetic approaches. Vol. 1666, *Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes.* 2004.
10. Salgado JM, Almeida M de A. Mercado de alimentos funcionais: desafios e tendências. *Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais.* Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais (SBAF) [Internet]. 2009; Available from: www.sbafe.org.br/_artigos/200806_Mercado_Alimentos_Funcionais_-

- _Desafios_Tendencias_pdf
11. Moraes FP. ALIMENTOS FUNCIONAIS E NUTRACÊUTICOS: DEFINIÇÕES, LEGISLAÇÃO E BENEFÍCIOS À SAÚDE. *Rev Eletrônica Farmácia*. 2007;3(2).
 12. Brasil. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do anexo desta portaria. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. 1999.
 13. Brasil. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. 1999.
 14. Clydesdale F. Functional foods: Opportunities & challenges. Vol. 58, *Food Technology*. 2004.
 15. Henry CJ. Alimentos funcionais. *Eur J Clin Nutr*. 2010;64(7):657–9.
 16. Baldissera AC, Betta F Della, Penna ALB, De Dea Lindner J. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite. *Semin Agrar*. 2011;32(4).
 17. Modesto EC, Santos GT dos, Vilela D, Gonçalves GD, Matsushita M. Efeitos nutricionais de dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados para os ruminantes e alguns benefícios para o homem. Vol. 5, *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*. 2002. p. 119–34.
 18. MORAES A, IKEDA AA, MESQUITA G. Considerações Sobre Tendências E Oportunidades Dos Alimentos Funcionais Refleitions on Trends and Opportunities of Functional Foods. *P&D - Eng Produção*. 2010;08(02):1–17.
 19. Asp N-G. Functional foods—Foods beyond basic nutrition. In: *International developments in science & health claims, ILSI Europe international symposium on functional foods*. 2007. p. 9–11.
 20. Hasler CM. The Changing Face of Functional Foods. *J Am Coll Nutr*. 2000;19.
 21. Vidal AM, Dias DO, Martins ESM, Oliveira RS, Nascimento RMS, Correia MGS. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. *Cad Grad - Ciências Biológicas e da Saúde*. 2012;1(15).
 22. Bell SJ, Bradley D, Forse RA, Bistrian BR. The New Dietary Fats in Health and Disease. *J Am Diet Assoc*. 1997 Mar 1;97(3):280–6.
 23. Perini JÂ de L, Stevanato FB, Sargi SC, Visentainer JEL, Dalalio MM de O, Matshushita M, et al. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: Metabolismo em mamíferos e resposta imune. *Rev Nutr*. 2010;23(6).
 24. Lehninger A, Nelson D, Cox M. *Princípios de Bioquímica*. 2nd ed. São Paulo: Sarvier; 1995. 810 p.
 25. Storlien LH, Hulbert AJ, Else PL. Polyunsaturated fatty acids, membrane function and metabolic diseases such as diabetes and obesity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 1998;1(6).
 26. Daiana Novello, Priscilla Franceschini, Daiana Aparecida Quintiliano. A Importância dos Ácidos Graxos ω -3 e ω -6 para a Prevenção de Doenças e na Saúde Humana. *Rev Salus [Internet]*. 2008 [cited 2021 Oct 13];2(1). Available from: <https://revistas.unicentro.br/index.php/salus/article/view/694/825>
 27. Barbalho SM, Bechara MD, Quesada KR, Goulart RA. P a pel dos ácidos g r ax os ôme g a 3 na gr axos ômeg lama tórios r esolução dos pr ocessos inf processos inflama lamatórios. 2011;44(3).

28. Tsimikas S, Reaven PD. The role of dietary fatty acids in lipoprotein oxidation and atherosclerosis. *Curr Opin Lipidol.* 1998;9(4).
29. Schwartz GJ, Fu J, Astarita G, Li X, Gaetani S, Campolongo P, et al. The Lipid Messenger OEA Links Dietary Fat Intake to Satiety. *Cell Metab.* 2008;8(4).
30. Yates CM, Calder PC, Ed Rainger G. Pharmacology and therapeutics of omega-3 polyunsaturated fatty acids in chronic inflammatory disease. Vol. 141, *Pharmacology and Therapeutics.* 2014.
31. Tang M, Qian L, Jiang S, Zhang J, Song P, Chen Y, et al. Functional and safety evaluation of transgenic pork rich in omega-3 fatty acids. *Transgenic Res.* 2014;23(4).
32. Komprda T, Jůzl M, Matejovičová M, Levá L, Piechowiczová M, Nedomová Š, et al. Effect of high dietary level (8%) of fish oil on long-chain polyunsaturated fatty acid n-3 content in pig tissues and plasma biochemical parameters. *Animals.* 2020;10(9).
33. Huang C, Chiba LI, Bergen WG. Bioavailability and metabolism of omega-3 polyunsaturated fatty acids in pigs and omega-3 polyunsaturated fatty acid-enriched pork: A review. *Livest Sci.* 2021;243.
34. Almeida V V., Silva JPM, Schinckel AP, Meira AN, Moreira GCM, Gomes JD, et al. Effects of increasing dietary oil inclusion from different sources on growth performance, carcass and meat quality traits, and fatty acid profile in genetically lean immunocastrated male pigs. *Livest Sci.* 2021;248.
35. Cesar ASM, Regitano LCA, Poleti MD, Andrade SCS, Tizioto PC, Oliveira PSN, et al. Differences in the skeletal muscle transcriptome profile associated with extreme values of fatty acids content. *BMC Genomics.* 2016;17(1).
36. Berton MP, Fonseca LFS, Gimenez DFJ, Utembergue BL, Cesar ASM, Coutinho LL, et al. Gene expression profile of intramuscular muscle in Nellore cattle with extreme values of fatty acid. *BMC Genomics.* 2016;17(1).
37. Pereira PM de CC, Vicente AF dos RB. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. Vol. 93, *Meat Science.* 2013.
38. Cesar ASM, Regitano LCA, Mourão GB, Tullio RR, Lanna DPD, Nassu RT, et al. Genome-wide association study for intramuscular fat deposition and composition in Nellore cattle. Vol. 15, *BMC Genetics.* 2014.
39. Wood JD, Enser M, Fisher A V., Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. Vol. 78, *Meat Science.* 2008.
40. Lehnen TE, da Silva MR, Camacho A, Marcadenti A, Lehnen AM. A review on effects of conjugated linoleic fatty acid (CLA) upon body composition and energetic metabolism. Vol. 12, *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2015.
41. Iso H, Rexrode KM, Stampfer MJ, Manson JAE, Colditz GA, Speizer FE, et al. Intake of fish and omega-3 fatty acids and risk of stroke in women. *J Am Med Assoc.* 2001;285(3).
42. Simopoulos AP. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother.* 2002;56(8).
43. Coras R, Pedersen B, Narasimhan R, Brandy A, Mateo L, Prior-Español A, et al. Imbalance between omega-6-and omega-3-derived bioactive lipids in arthritis in older adults. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci.* 2021;76(3).
44. Qian S, Guo L, Tang Q. Lipids in the transcriptional regulation of adipocyte

- differentiation and metabolism. In: *Lipid Signaling and Metabolism*. 2020.
45. Moghadasian MH, Shahidi F. Fatty Acids. *Int Encycl Public Heal*. 2017 Jan 1;114–22.
 46. Holzer RG, Park EJ, Li N, Tran H, Chen M, Choi C, et al. Saturated fatty acids induce c-Src clustering within membrane subdomains, leading to JNK activation. *Cell*. 2011;147(1).
 47. Palomer X, Pizarro-Delgado J, Barroso E, Vázquez-Carrera M. Palmitic and Oleic Acid: The Yin and Yang of Fatty Acids in Type 2 Diabetes Mellitus. *Trends Endocrinol Metab*. 2018 Mar 1;29(3):178–90.
 48. Melissa Gabbs, Leng S, Devassy JG, Monirujjaman M, Aukema HM. Advances in our understanding of oxylipins derived from dietary PUFAs 1,2. Vol. 6, *Advances in Nutrition*. 2015.
 49. Calder PC. Functional Roles of Fatty Acids and Their Effects on Human Health. Vol. 39, *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*. 2015.
 50. de Lorgeril M, Salen P, Rabaeus M. New and traditional foods in a modernized Mediterranean diet model. Vol. 72, *European Journal of Clinical Nutrition*. 2019.
 51. Song CH, Oh SM, Lee SH, Choi YH, Kim JD, Jang A, et al. The ratio of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids influences the fat composition and lipogenic enzyme activity in adipose tissue of growing pigs. *Food Sci Anim Resour*. 2020;40(2).
 52. Rodríguez-Cruz M, Serna DS. Nutrigenomics of ω -3 fatty acids: Regulators of the master transcription factors. *Nutrition*. 2017 Sep 1;41:90–6.
 53. Ferguson LR. Nutrigenomics Approaches to Functional Foods. *J Am Diet Assoc*. 2009 Mar 1;109(3):452–8.
 54. Sales NMR, Pelegrini PB, Goersch MC. Nutrigenomics: Definitions and advances of this new science. Vol. 2014, *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2014.
 55. Reddy VS, Palika R, Ismail A, Pullakhandam R, Reddy GB. Nutrigenomics: Opportunities & challenges for public health nutrition. Vol. 148, *Indian Journal of Medical Research*. 2018.
 56. Fenech M, El-Sohemy A, Cahill L, Ferguson LR, French TAC, Tai ES, et al. Nutrigenetics and nutrigenomics: Viewpoints on the current status and applications in nutrition research and practice. Vol. 4, *Journal of Nutrigenetics and Nutrigenomics*. 2011.
 57. Neeha VS, Kint P. Nutrigenomics research: A review. Vol. 50, *Journal of Food Science and Technology*. 2013.
 58. Francis GA, Fayard E, Picard F, Auwerx J. Nuclear Receptors and the Control of Metabolism. Vol. 65, *Annual Review of Physiology*. 2003.
 59. Bordoni L, Gabbianelli R. Primers on nutrigenetics and nutri(epi)genomics: Origins and development of precision nutrition. *Biochimie*. 2019 May 1;160:156–71.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-3>

Capítulo 3

ELABORAÇÃO E ANÁLISE DE BOLO ENRIQUECIDO COM A FARINHA PROVENIENTE DA SEMENTE DA JACA (*Artocarpus heterophyllus*)

Mônica de Almeida Benjamim¹; Natalia Anselmo do Nascimento²; Maria Michele Alves da Silva²;
Maria Karine de Sá Barreto Feitos⁴; Erlânio Oliveira de Sousa⁵

^{1,2,3}Discente/Tecnologia em Alimentos - Faculdade de Tecnologia - FATEC Cariri; E-mail: monica.almeida2@gmail.com, ⁵Tecnologa em Alimentos - Faculdade de Tecnologia - FATEC Cariri; ⁵Docente/pesquisador do Curso de Tecnologia em Alimentos – Faculdade de Tecnologia – FATEC Cariri; E-mail: erlanio@centec.org.br

Resumo: A espécie *Artocarpus heterophyllus* (jaca) é uma árvore perene distribuída em regiões tropicais, com frutos arbóreos que se destacam pelo tamanho e semente, que podem representar até 15% do seu peso fruto. No processamento desse fruto para diversos fins alimentícios, um volume considerável de resíduos é gerado, principalmente de sementes. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi utilizar a farinha da semente da jaca para elaboração e enriquecimento de bolo. As formulações do bolo foram elaboradas utilizando diferentes concentrações da farinha e depois submetidos a análises físico-químicas que determinaram os valores da umidade (23,74 a 26,12%), acidez (0,05 a 0,21%), pH (7,23 a 7,66), carboidratos (46,29 a 50,76%), lipídeos (14,57 a 16,04%), proteínas (8,00 a 8,52%), fibras (1,25 a 9,51%), cinzas (1,29 a 1,94%) e valor energético total (210,18 a 221,81 Kcal/100g). As alterações foram principalmente nos teores de umidade, acidez, carboidratos e lipídeos. Os resultados obtidos são um indicativo do uso da farinha da semente da jaca como ingrediente para o enriquecimento de bolo, além de ser uma alternativa viável para agregar valor ao fruto e evitar ou reduzir desperdícios.

Palavras-chave: Análise físico-química; subprodutos; produtos de panificação

INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande celeiro para a produção de frutas, especialmente a região Nordeste que se caracteriza por uma diversidade enorme de frutíferas que possuem um conteúdo elevado de micro e macronutrientes e compostos bioativos, que representam um potencial agroindustrial para essa região (1).

Uma fruta encontrada na região Nordeste que é bastante consumida é a Jaca (*Artocarpus heterophyllus*). Essa espécie é originária das florestas do sul asiático e chegou ao Brasil através dos portugueses, a partir do século XVIII (2). As suas características nutricionais variam de acordo com as condições do clima, do relevo, da temperatura, do tipo de solo e da precipitação pluvial de onde a jaqueira está situada (3).

A semente da jaca pode representar até 15% do peso do fruto (4). O aproveitamento integral da fruta apresenta mais uma alternativa aos produtores da jaca não só na região Nordeste, mas como em outras regiões de plantio da fruta. Além de agregar valor à cultura de produção do fruto na região ao resíduo que é eliminado ao solo sem nenhum proveito, aquilo que era resíduo tornou-se agora matéria-prima gerando renda, além de contribuir positivamente com a redução da poluição ambiental (5).

Os resíduos de jaca apresentaram características físicas e químicas que indicam a possibilidade de seu aproveitamento através do desenvolvimento de novos produtos destinados ao consumo humano e animal, tornando-se uma alternativa para solucionar o problema de acúmulo de resíduos e gerando um produto de valor agregado (6).

Diante da conjuntura atual de uma transição alimentar em busca por produtos de fácil preparação, rápido consumo, funcionalidade e características nutricionais e sensoriais benéficas para quem adere ao estilo de vida saudável, a indústria busca inovar nas opções de cookies, barras de cereal, pipocas orgânicas, gelatinas, iogurtes, snacks, aplicando técnicas de processamento, inserção de novos ingredientes, visando atender a demanda crescente (7).

De particular importância, a utilização da semente da jaca é vista como uma alternativa viável na elaboração de produção alimentícios, principalmente de panificação, uma vez que pode ser utilizado como substituto ou enriquecedor. Assim, o objetivo do trabalho foi elaborar e caracterizar bolos enriquecidos com a farinha da semente da jaca e determinar as características físico-químicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta do material vegetal

Os frutos de *Artocarpus heterophyllus* (jaca) foram obtidos no mercado público do município de Juazeiro do Norte, CE, Brasil. Na obtenção foi levado em consideração o estado de maturação dos frutos. Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados em água clorada a 200 ppm por 15 min e depois enxaguados.

Obtenção da farinha da semente

As etapas para obtenção da farinha da semente da jaca estão mostradas no fluxograma (Figura 01). As sementes obtidas com o despulpamento manual dos frutos foram submetidas à estufa a 60 °C por 2 h com o intuito do desprendimento da película que a envolve. A película foi removida de forma manual e as sementes foram trituradas grosseiramente em liquidificador industrial e submetidas à desidratação em estufa a 60 °C por 4 h. Em seguida, foi realizada nova trituração da amostra em liquidificador e depois peneirada em peneira com malha de 0,250 mm (60 *mesh*) para obtenção da farinha que foi acondicionada em embalagem plástica e estocada em temperatura ambiente.

Formulação de bolos

Os ingredientes foram pesados e misturados em um recipiente, e em seguida, a massa dos bolos foi despejada em assadeiras untadas com margarina e enfarinhadas. Os bolos foram assados em forno pré-aquecido a temperatura de 200 °C por 30 min, e depois

deixados em temperatura ambiente para esfriar. Logo após foram desenformados e acondicionados em embalagens plásticas até a realização das análises físico-químicas.

Tabela 1 – Formulações de bolo sob diferentes proporções da farinha da semente da jaca.

Ingredientes	Formulações			
	P0	P1	P2	P3
Açúcar (g)	250,0	250,0	250,0	250,0
Margarina (g)	225,0	225,0	225,0	225,0
Farinha de trigo (g)	300,0	300,0	300,0	300,0
Ovos (g)	50,0	50,0	50,0	50,0
Leite (mL)	150,0	150,0	150,0	150,0
Fermento (g)	10,0	10,0	10,0	10,0
Farinha da amêndoa de jaca (g)	0,0	20	49,0	79,0

(F0) fórmula padrão; (F1) fórmula a 3%; (F2) fórmula a 5%; (F3) fórmula a 8%.

Caracterização físico-química

A caracterização físico-química dos bolos foi realizada em triplicata (n=3). As análises objetivaram a determinação da umidade, acidez titulável, pH, carboidratos, lipídeos, proteínas e cinzas (8). A umidade foi determinada pelo método da perda por dessecação em secagem direta em estufa a 105°C por 24 h. Os lipídeos foram determinados pelo método de Soxhlet com extração da fração hexânica por fluxo intermitente e os carboidratos obtidos por diferença. As proteínas foram determinadas por método de Kjeldahl, onde se fez a digestão e destilação da amostra, utilizando o fator de 6,5 para conversão do nitrogênio em proteína. As cinzas pelo método de resíduo por incineração em forno mufla a 550 °C. O pH foi medido em potenciômetro com determinação direta. Acidez determinada pelo método de titulação com NaOH e fibras realizadas em três fases, a primeira sendo em solução ácida, a segunda em solução básica e a terceira em forno mufla a 550 °C. Para o valor energético utilizou-se como base a RDC nº 359 (9). Os cálculos foram em relação a 60 g do bolo (1 fatia) com base em uma dieta de 2.000 kcal/dia. O valor energético foi calculado pela soma e multiplicação dos macronutrientes (proteína, carboidrato, lipídeo) pela quantidade de energia fornecida por cada um (% de proteína x 4 kcal + % de lipídeo x 9 Kcal + % de carboidrato x 4 kcal) expresso em Kcal/100g.

Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram utilizados para cálculo de médias e desvio padrão. Os valores foram submetidos à análise de variância pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de significância no programa estatístico GraphPad Prism 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises físico-químicas

Na tabela 2 são apresentados os resultados da composição físico-química dos bolos elaborados com diferentes quantidades da farinha da semente da jaca. Os valores da umidade variaram de 23,74 a 29,33% e observou-se redução na formulação com maior concentração da farinha em relação às demais e ao controle. Os valores para umidade

foram semelhantes aos obtidos para bolos com a farinha do maracujá e da polpa da mangaba, com resultados médios respectivamente de 33,08 e 25,10% (10) (11). O valor da umidade é essencial para a conservação e vida útil de um produto, pois, estar relacionada com a água disponível para a proliferação dos microrganismos e reações físico-químicas deterioradoras (12).

Tabela 2 – Composição físico-química de bolos sob diferentes proporções da farinha da semente da jaca.

Parâmetros	Formulações			
	F0	F1	F2	F3
Umidade (%)	26,12 ± 0,06 ^a	29,33 ± 0,24 ^a	25,97 ± 0,20 ^a	23,74 ± 0,03 ^b
Acidez (%)	0,05 ± 0,00 ^a	0,15 ± 0,01 ^b	0,13 ± 0,01 ^b	0,21 ± 0,00 ^b
pH (%)	7,66 ± 0,03 ^a	7,28 ± 0,00 ^a	7,47 ± 0,01 ^a	7,23 ± 0,04 ^a
Carboidratos (%)	48,50 ± 0,70 ^a	48,07 ± 0,00 ^a	46,29 ± 0,01 ^a	50,76 ± 0,04 ^c
Lipídeos (%)	15,77 ± 0,30 ^a	16,04 ± 0,00 ^a	14,57 ± 0,01 ^b	14,82 ± 0,00 ^b
Proteínas (%)	8,00 ± 0,19 ^a	8,43 ± 0,19 ^a	8,52 ± 0,05 ^a	8,52 ± 0,20 ^a
Cinzas (%)	1,61 ± 0,00 ^a	1,49 ± 0,01 ^a	1,29 ± 0,13 ^a	1,94 ± 0,04 ^a
Valor energético (Kcal/100g)	220,74	222,14	210,18	221,81

(F0) fórmula padrão; (F1) fórmula a 3%; (F2) fórmula a 5%; (F3) fórmula a 8%. Os resultados são expressos em média ± desvio padrão (n=3). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p=0,05).

Os valores de pH e acidez dos bolos variaram respectivamente de 7,23 a 7,28% e de 0,05 a 0,21%. Os resultados do pH das formulações foram similares e da acidez maiores em relação a padrão. Os resultados foram semelhantes aos encontrados em bolos adicionados da farinha da polpa da mangaba (pH 6,8 e acidez 0,65%) e da farinha da casca de banana (pH 6,35 e acidez 0,60%) (10) (13). pH e acidez são importantes para as verificar a capacidade da deterioração de um alimento, o crescimento de microrganismos, atividade enzimática, retenção de sabor e odor, e contribui também para definição de quais procedimentos tecnológicos devem ser adotados visando conservação (14).

Os teores de carboidratos variaram de 46,29 a 50,76% e foi observado um aumento significativo na formulação de maior concentração de farinha (F3). Esse parâmetro foi o de maior proporção encontrado no bolo e vai de encontro com os resultados para bolos a base da casca, polpa e semente de abóbora, com valores variando de 48,19 a 50,44% (15), e da farinha da semente do melão, com valores variando de 41,2 a 47,1% (16).

Os valores dos teores de lipídeos variaram de 14,57 a 16,04% e foi verificada uma redução significativa entre as formulações de maior concentração da farinha (F2 e F3), em relação a F1 e o controle. Os teores foram maiores que os observados em bolos com farinha de maracujá, cujo valores variaram de 6,90 a 7,70% (17).

Os teores protéicos foram similares e corresponderam de 8,00 a 8,52%. Os resultados apontaram uma tendência no aumento desse parâmetro entre o controle e as formulações com adição da farinha. Bolos adicionados de farinha do maracujá e da polpa da mangaba aumentaram o teor protéico em relação ao controle, com resultados variando respectivamente de 3,07 a 4,70% e 2,5 a 10,32% (10) (11).

Os teores cinzas foram de 1,49 a 1,94%, sendo similares entre as formulações e o controle. Valores similares foram observados para formulações de bolos com a farinha do maracujá, com valor médio de 1,88% (11). Por outro lado, valores inferiores foram

verificados para bolos à base da casca, polpa e semente de abóbora, com teores variando de 0,74 a 0,99% ((15).

O valor energético total dos bolos foram de 220,74 Kcal/100g para F0, de 222,14 Kcal/100g para F1 e de 210,18 Kcal/100g para F2 e F3, correspondendo respectivamente a 11,03, 11,10, 10,5% das necessidades calóricas diárias de um indivíduo adulto. Bolos com a farinha da casca do maracujá apresentaram valores calóricos variando de 177,20 a 183,60 Kcal/100g (18), com a farinha da polpa da mangaba, variando de 230 a 233,50 Kcal/100g (10) e a base da casca, polpa e semente de abóbora, variando de 170 a 180 Kcal/100g (15).

CONCLUSÕES

As formulações de bolo com adição da farinha da semente da jaca apresentaram alterações físico-químicas principalmente nos teores de umidade, acidez, carboidratos e lipídeos. A utilização da farinha para o enriquecimento nutricional do bolo pode ser bem aproveitada, recomendando o incremento principalmente de 8%.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da instituição FUNCAP.

REFERÊNCIAS

1. Sousa CDT, Sousa MRS, Sousa YG, Leal MKVS, Sousa EO. Elaboração e qualidade de farinhas de amêndoas de frutos típicos da biorregião do cariri cearense. *Rev Bras Agrotec.* 2021;11:34-8.
2. Yuan WJ, Yuan JB, Peng JB, Ding YQ, Zhu JX, Ren G. Flavonoids from the roots of *Artocarpus heterophyllus*. *Fitoterapia.* 2017;03:133-7.
3. Basso AM, Moura MFV. Jaca: um estudo de sua química e uma resenha de sua história. 1. Ed. IFRN; 2017.
4. Santos RN. Desenvolvimento de massa alimentícia seca sem glúten à base de amido da semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2020.
5. Almeida IS. Avaliação bromatológica da farinha de semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) como possível substituinte da aveia para elaboração de barras de cereais [Trabalho de conclusão de curso]. Governador Mangabeira: Faculdade Maria Milza; 2016.
6. Sousa APM. Utilização de resíduos de jaca no desenvolvimento de novos produtos [dissertação]. Cuité: Universidade Federal de Campina Grande; 2016.
7. Silva JCC. Avaliação bromatológica da farinha de semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) como possível substituinte da aveia para elaboração de barras de cereais [Trabalho de conclusão de curso]. Cuité: Universidade Federal de Campina Grande; 2019.
8. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4th ed. São Paulo; 2008.

9. Anvisa (BR). Portaria nº 593, de 25 de agosto de 2000. Regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Diário Oficial União. 22 dez 2000;Anexo 4:1.
10. Silva MT, Paulo CR, Nascimento NA, Sousa EO. Elaboration and characterization of cake enriched with pulp flour from *Hancornia speciosa* (mangaba). Rev Bras Agrotec. 2021;11:118-23.
11. Maia SM, Pontes DF, Garruti DS, Oliveira MN, Arcanjo SR, Chinelate GC. Farinha de maracujá na elaboração de bolo de milho. Rev Verde. 2018;13:328-36.
12. Le Lay, C, Mounier J, Vasseur V, Weill A, Le Blay G, Barbier G, et. *In vitro* and in situscreening of lactic acid bacteria and propionibacteria antifungal activities against bakery product spoilage molds. Food Control, 2016;60:247-55.
13. Oliveira LM, Pereira MJ, Santos DC, Leite DD, Lima TL, Gomes JP. Effect of concentrations of banana peel flour and sucrose on physical and chemical characteristics in cakes. Braz J Food Technol. 2020;23:2019314.
14. Souza JP, Alves RE, Brito ES, Lucena MN, Rufino MS. Estabilidade de molho de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) armazenado à temperatura ambiente. Rev. Bras. Frutic. 2014;36:425-32.
15. Gil YL, Piccoli C, Steffens C. Aproveitamento integral de alimentos: avaliação físico-química de bolos à base de abóbora de pescoço (*Cucurbita moschata*). R. Assoc. bras. Nutr. 2019;1:109-16.
16. Pereira HLS. Aceitabilidade e composição centesimal de bolo de chocolate (tipo mãe benta) isento de glúten e lactose fortificado com farinha de sementes de melão (*Cucumis melo*) [Trabalho de conclusão de curso]. São Luís: Universidade Federal do Maranhão; 2014.
17. Branco FRW. Desenvolvimento de bolo com substituição parcial da farinha de trigo por farinha obtida a partir do subproduto de maracujá [Trabalho de conclusão de curso]. Cuiabá: Universidade federal de mato grosso; 2017.
18. Miranda AA, Caixeta AC, Flávio EF, Pinho L. Desenvolvimento e análise de bolos enriquecidos com farinha da casca do maracujá (*Passiflora edulis*) como fonte de fibras. Alim Nut. 2013;24:225-32.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-4>

Capítulo 4

COMPOSTOS FENÓLICOS DO PÓ DA AMÊNDOA DA CARNAÚBA (*COPERNICIA PRUNIFERA*)

Ruthe de Carvalho Brito¹; Maria Shelda de Oliveira Neres²; Fhanuel Silva Andrade³; Stella Regina Arcanjo Medeiros⁴; Joilane Alves Pereira-Freire⁵; Jailane de Souza Aquino⁶; Douglas Borges da Silva⁷

¹Discente do Curso Bacharelado em Nutrição/CSHNB - UFPI; E-mail: ruthecarvalho@ufpi.edu.br,

²Discente do Curso Bacharelado em Nutrição/CMPP - UFPI; E-mail: msheldaoliveira123@gmail.com

³Estudante de Pós-graduação do PPGAN - UFPI; E-mail: fhanuelfsa@gmail.com

⁴Docente do Curso de Nutrição/CSHNB – UFPI; E-mail: stellaarcanjo@yahoo.com.br

⁵Docente do Curso de Nutrição/CSHNB – UFPI; E-mail: joilane@hotmail.com

⁶Docente do Curso de Nutrição/Centro de Ciências da Saúde – UFPI; E-mail: lalaaquino@hotmail.com

⁷Graduado em Nutrição/CSHNB – UFPI; E-mail: circuitoaborges@yahoo.com.br

Resumo: O fruto da carnaúba (*Copernicia prunifera*) é composto por casca, polpa e amêndoa, podendo ser utilizado para o consumo humano na sua forma *in natura*, em sucos, doces, geleias ou licores. Essa pesquisa teve como objetivo quantificar os compostos fenólicos presentes no pó extraído a partir da amêndoa da carnaúba. Para a caracterização dos compostos fenólicos utilizou-se um espectrofotômetro, onde os resultados foram determinados em mg. Para o perfil fenólico flavonoides e não flavonoides utilizou-se o sistema Agilent 1260 Infinity LC. Dentre os compostos fenólicos encontrados no pó da amêndoa da carnaúba, é possível citar a catequina, procianidina B1, rutina, ácido cafeico e trans-resveratrol. Os valores apresentados para a maioria dos compostos foram superiores ou próximos aos achados na literatura. De acordo com os resultados obtidos foi possível concluir que o pó da amêndoa da carnaúba demonstrou ser um alimento com potencial antioxidante, proporcionando importantes benefícios, incluindo a prevenção de doenças.

Palavras-chave: antioxidante; carnaúba; compostos fenólicos

INTRODUÇÃO

A carnaubeira (*Copernicia prunifera*) é uma espécie de palmeira típica do Nordeste brasileiro, encontrada com maior incidência nos vales de rios nos estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. É uma planta que se adapta ao clima quente e seco, com preferência por solos argilosos (pesados) aluviais (de margens de rios), suportando alagamentos durante épocas chuvosas. Habita os domínios fitogeográficos da Caatinga e do Cerrado, nas formações vegetacionais tipo palmeiral, além de resistir a elevados teores de salinidades, comuns nos solos aluviais da Caatinga (1).

A carnaúba é um fruto composto por casca, polpa e amêndoa, possuindo uma forma arredondada em torno de 2 centímetros de comprimento, com coloração roxa escura ou quase preto quando maduro, e esverdeado quando não atingiu a maturação (2). A polpa da carnaúba pode ser utilizada para o consumo humano na sua forma *in natura*, em sucos, doces, geleias ou licores, principalmente por possuir um elevado grau de doçura. Com relação a sua composição, podem ser encontrados compostos bioativos como flavonoides, antocianinas, carotenoides e ácido ascórbico, dos quais possuem potencial antioxidante e antiinflamatório, proporcionando importantes benefícios como a prevenção de doenças degenerativas e câncer (3).

A amêndoa da carnaúba não é muito utilizada para aproveitamento humano, sendo basicamente para nutrição animal. No entanto, a partir da amêndoa, pode ser extraído o óleo, e quando torradas e transformadas em pó, eram utilizadas pelos sertanejos na composição de mingaus e em substituição ao café (4). Em relação a sua composição, estudos mostraram a presença, principalmente, de magnésio, fósforo, ferro, cobre, zinco e manganês, além de elevado teor de fósforo. Apesar de possuir quantidades significativas de nutrientes, são necessários estudos mais aprofundados no que diz respeito a toxicidade e substâncias antinutricionais que podem ser encontradas na amêndoa, para que seu consumo seja adequado e seguro (3).

Os compostos fenólicos são agrupamentos heterogêneos que apresentam vários grupos benzênicos característicos na sua estrutura, sendo substituídos por grupamentos hidroxilas. São substâncias distribuídas amplamente no reino vegetal e agem como antioxidantes, pela sua habilidade em doar hidrogênio. Devido a ação antioxidante, os compostos fenólicos atuam nos processos de inibição do risco das doenças cardiovasculares, podendo atuar também sobre o estresse oxidativo, relacionado com diversas patologias crônico-degenerativas, incluindo diabetes e câncer, além de outros processos inflamatórios (5).

Dessa maneira, as pesquisas que buscam identificar e determinar os compostos fenólicos são essenciais para obter o potencial antioxidante de alimentos (6) e como a *Copernicia prunifera* tem sido identificada como um fruto com propriedades promissoras à saúde, e, mediante os aspectos mencionados, o presente estudo objetivou avaliar e quantificar os compostos fenólicos do pó da carnaúba (*Copernicia prunifera*) (Figura 1).



Figura 1: Pó da amêndoa da carnaúba (*Copernicia prunifera*)

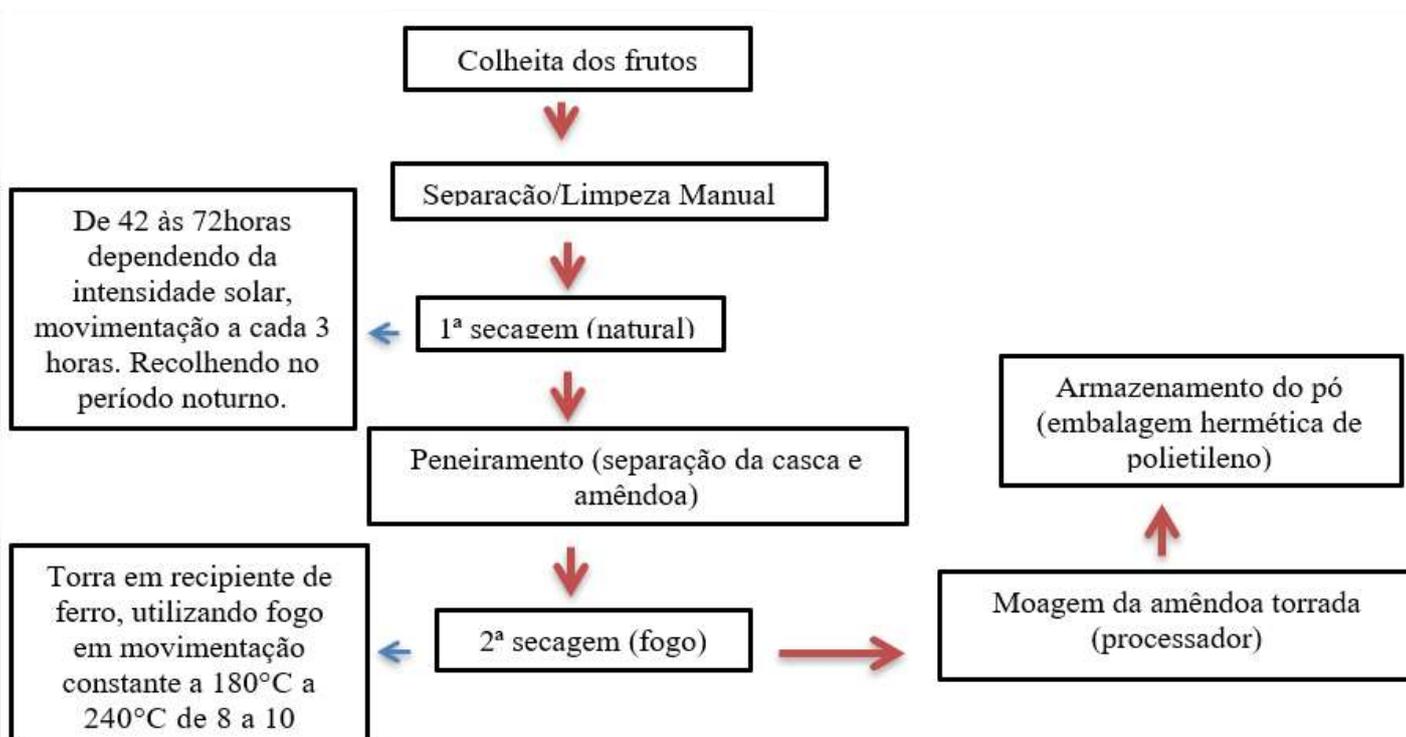
Fonte: autoria própria

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-Prima

Os frutos da carnaúba (*Copernicia prunifera*) foram adquiridos no período de junho a novembro de 2020 na zona rural do município de Ipiranga, PI. Foram selecionados de acordo com o grau de maturação, determinado visualmente, sendo colhidos os frutos que tinham uma coloração escura quase preta com cera de proteção acinzentada e em estado de conservação com integridade física satisfatória (sem amassados, sem manchas e sem perfurações). O processo de elaboração do pó do fruto da carnaubeira está descrito no fluxograma abaixo.

Fluxograma do processamento do pó da amêndoa da carnaúba (*Copernicia prunifera*)



Fonte: autoria própria

Caracterização dos compostos fenólicos

A técnica usada para a determinação dos compostos fenólicos foi determinada a 765 nm, utilizando um espectrofotômetro (modelo Genesys 10S UV-Vis Spectrophotometer, Madison, EUA) os resultados foram determinados em mg de equivalentes de ácido gálico (GAE) por grama de amostra após a reação com o reagente Folin Ciocalteu (7,8).

As análises de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC), para se obter o perfil fenólico flavonoides e não flavonoides realizou-se através do sistema Agilent 1260 Infinity LC (modelo Agilent Technologies, Santa Clara, EUA) acoplado a um detector de matriz de diodos (DAD, modelo G1315D). Foi utilizado o Zorbax Eclipse Plus RP-C18

matriz de diodos (DAD, modelo G1315D). Foi utilizado o Zorbax Eclipse Plus RP-C18 (100 × 4,6 mm, 3,5 μm) e a pré-coluna Zorbax C18 (12,6 × 4,6 mm, 5 μm). Com uma temperatura de 35 ° C, o volume de injeção foi de 20 μL e as amostras foram diluídas na fase A e filtradas através de uma membrana de 0,45 μm (Millipore, Barueri, São Paulo, Brasil). O fluxo de solvente foi de 0,8 mL min⁻¹, o gradiente usado na separação foi de 0 a 5 min: 5% de B; 5 a 14 min: 23% de B; 14 a 30 min: 50% de B; 30 a 33 min: 80% B. O solvente A foi uma solução H₃PO₄ 0,1 M e o solvente B foi acidificado com metanol com H₃PO₄ a 0,5%. Os dados foram processados no software Open LAB CDS Chem Station Edition (Agilent Technologies, Santa Clara, EUA). Para a detecção em 220, 280, 320, 360 e 520 nm, as quantificações por comparação e identificação de picos foram utilizadas com padrões externos (9).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos compostos fenólicos encontrados no pó da carnaúba (*Copernicia prunifera*) estão representados na Tabela 01, na qual se observa a média e o desvio padrão dos compostos fenólicos analisados, bem como a quantidade total de flavonoides e não flavonoides.

Tabela 01: Compostos fenólicos do pó da amêndoa da carnaúba (*Copernicia prunifera*).

Compostos fenólicos	Média	Desvio padrão
Catequina	0,77	0,22
Procianidina B1	0,37	0,10
Rutina	0,27	0,38
TOTAL FLAVONOIDES	2,48	1,87
Ácido cafeico	1,54	0,11
Trans-resveratrol	1,82	0,86
TOTAL NÃO FLAVONOIDES	4,23	1,09
TOTAL COMPOSTOS FLAVONOIDES	6,71	2,96

Fonte: autoria própria

Lisboa (6) avaliou os compostos fenólicos totais do pó do quiabo (*Abelmoschus Esculentus* (L) Moech) e percebeu que a catequina estava entre os principais compostos fenólicos presentes no fruto, demonstrando semelhança quando comparado ao valor de catequina apresentado na presente pesquisa, que foi a maior média dos compostos fenólicos flavonoides quantificados. Já o estudo realizado por Dias (10), que avaliou as quantidades de catequina e epicatequina de amostras de guaraná em pó, obteve uma média elevada (4,2 mg/g), porém o resultado superior foi ocasionado pela soma dos dois compostos analisados.

Comparando os resultados desse estudo aos de Silva (11), ao analisar a catequina ($0,44 \pm 0,09$), procianidina B1 ($2,84 \pm 0,01$), rutina ($0,03 \pm 0,01$) e trans-resveratrol ($0,32 \pm 0,04$) do pó extraído do fruto mangaba (*Hancornia speciosa*), observa-se que apenas a procianidina B1 teve valor superior ao encontrado no pó da carnaúba, assim demonstrando que é um alimento com potencial antioxidante.

As catequinas possuem propriedades fisiológicas e benéficas à saúde, atuando na prevenção de doenças metabólicas (12), enquanto a rutina possui efeitos citoprotetores, cardioprotetores, hepatoprotetores, vasoprotetores e anticarcinogênicos (13).

A presença desses compostos fenólicos é benéfica à saúde, uma vez que cada um possui uma função específica no organismo. As procianidinas apresentam efeitos cardioprotetores, pois são compostos antitrombóticos, anti-aterogênicos e anti-hipertensivos, além de afetarem de forma favorável os perfis de lipoproteínas séricas (11).

Naranjo (14) avaliou a atividade antioxidante do café colombiano, e dentre os avaliados, o café UGQ se destacou com o maior potencial antioxidante. Com isso, foi feito um perfil cromatográfico por HPLC de alguns ácidos orgânicos, dentre eles o ácido cafeico, encontrando, $18,8 \pm 0,8$ mg / L para esse polifenol. O mesmo afirma que a temperatura final do processo de torra é um fator determinante para a cor e muitas propriedades organolépticas do café. Os valores encontrados neste trabalho se mostraram inferiores aos encontrados no trabalho de Naranjo (14), que foram 0,08 mg/L em 50g do pó da amêndoa da carnaúba. O ácido cafeico ajuda a prevenir os danos causados às células pela luz ultravioleta, como também apresenta outras atividades biológicas além do poder antioxidante (15).

De acordo com Jung (16) o efeito hipoglicemiante do ácido cafeico demonstra que este composto fenólico pode reduzir os níveis de glicose no sangue. Além disso, Oliveira (17) destaca que o ácido cafeico apresenta atividade antioxidante, capaz de prevenir o envelhecimento cutâneo, através do aumento na produção de colágeno da pele. Adicionalmente, Araújo (18) comprova que o ácido cafeico tem a capacidade de impedir a formação de compostos mutagênicos, a exemplo das nitrosaminas.

Lazzarotto e Guedes (19) avaliaram as concentrações de trans-resveratrol em uvas do tipo Bordô (*Vitis labrusca*) e os valores utilizados de uma enzima do tipo A de caráter pectolítico e hemicelulásico e outra do tipo B de caráter pectolítico, foram respectivamente 5,22 e 2,53, demonstrando serem superiores aos valores encontrados no pó da carnaúba. Por outro lado, os mesmos autores avaliaram as concentrações deste composto fenólico em uvas do tipo Isabel (*Vitis labrusca*) utilizando-se também de duas enzimas, uma do tipo A e outra do tipo B, e os valores foram respectivamente 0,44 e 0,31, demonstrando serem inferiores aos encontrados no pó da carnaúba que foi de 1,82. Isso ratifica que as quantidades de um determinado composto fenólico dependem do tipo de variedade e da espécie do fruto.

Em estudo realizado por Planas (20) é confirmado que o trans-resveratrol tem apresentado muitos efeitos benéficos à saúde humana, sugerindo que ajuda a prevenir doenças cardiovasculares, câncer e processos neurodegenerativos. As atividades biológicas demonstradas revelam que o trans-resveratrol constitui um nutracêutico promissor por proporcionar benefícios fisiológicos e fornecer proteção contra doenças crônicas. Além disso, Collodel (21), aponta que o trans-resveratrol expressa um efeito protetor contra a peroxidação de lipídios nas membranas celulares e contra os danos ao DNA causados pelas Espécies Reativas de Oxigênio (EROs).

CONCLUSÃO

O consumo do pó extraído da amêndoa deste fruto poderá trazer uma série de benefícios à saúde, uma vez que os compostos analisados possuem propriedades benéficas para o organismo humano. Com base nos resultados dos compostos fenólicos, o pó extraído do fruto da carnaúba apresenta-se como uma boa fonte para a promoção de efeitos fisiológicos benéficos ao homem. Os compostos fenólicos presentes no pó da carnaúba, possuem efeitos cardioprotetores, citoprotetores, hepatoprotetores, vasoprotetores, anticarcinogênicos e hipoglicemiantes, podendo estar relacionados à prevenção de inúmeras doenças. Contudo, serão necessários mais estudos para que se possa evidenciar a composição nutricional e a toxicidade do pó da carnaúba, bem como pesquisas que possam utilizar este pó para uma aplicabilidade tecnológica, e assim se podendo usufruir todo seu potencial, tal como agregar valor comercial a essa amêndoa, na elaboração de um produto viável, sustentável, nutritivo e inovador.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí – FAPEPI, por apoiar a pesquisa científica dentro do Estado do Piauí, permitindo a realização desse estudo, assim como a Universidade Federal do Piauí – UFPI, por conceder a utilização dos laboratórios.

REFERÊNCIAS

1. Coradin L, Camillo J, Pareyn FGC. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste. Brasília: MMA; 2018.
2. Araújo KT, Carvalho RHR. Avaliação da eficiência da extração do óleo do fruto da carnaúba (*Copernicia prunifera*) por solventes orgânicos [Trabalho de Conclusão de Curso]. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semiárido; 2018.
3. Feitosa APF. Composição centesimal e mineral da polpa e amêndoa da carnaúba [Trabalho de Conclusão de Curso]. Teresina: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí; 2017.
4. Alves MO, Coelho JD. Extrativismo da carnaúba: relações de produção, tecnologia e mercados. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; 2008.
5. Rocha WS, Lopes RM, Silva DB, Vieira RF, Silva JP, Agostini-Costa TS. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. Revista Brasileira de Fruticultura. 2011; v. 33: p. 1215-1221.
6. Lisboa VNF. Compostos fenólicos e atividade antioxidante do quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moech.) em pó obtido em secador de leito fixo [dissertação]. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande; 2017.

7. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1965; v.16: p.144–158.
8. Lima MS, Silane ISV, Toaldo IM, Corrêa LC, Biasoto ACT, Pereira GE, Bordignon-Luiz MT, Ninow JL. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. *Food Chemistry*. 2014; v.161: p.94-103.
9. Dutra MCP, Rodrigues LL, Oliveira D, Pereira GE, Lima MS. Integrated analyses of phenolic compounds and minerals of Brazilian organic and conventional grape juices and wines: Validation of a method for determination of Cu, Fe and Mn. *Food Chemistry*. 2018; v.269: p.157-165.
10. Dias T. Desenvolvimento de metodologia enzimático-espectrofotométrica baseada em tirosinase para quantificação de catequina e epicatequina em alimentos [Tese de mestrado]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2016.
11. Silva BLA. Polpa de mangaba (*Hancornia speciosa*) em pó: propriedades funcionais e efeitos sobre parâmetros lipídicos, oxidativos e função hepática de ratos dislipidêmicos [Tese de doutorado]. Recife: Universidade Federal do Pernambuco; 2020.
12. Hasunuma, ILW, Suenaga, NRM. Desenvolvimento de doce para diabéticos utilizando matchá (*Camellia sinensis*) [Trabalho de Conclusão de Curso]. Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2018.
13. Peghinelli VV, Valotti L, Luciano DMB, Fedato BN, Rezende MAML, Cunha NB. Efeito da rutina no tratamento da cirrose hepática induzida por tioacetamida: estudo experimental em ratos. *Brazilian Journal of Development*. 2020; v. 6: p. 64540-64557.
14. Naranjo Mauricio, Vélez Luz T, Rojano Benjamín A. Actividad antioxidante de café colombiano de diferentes calidades. *Rev Cubana Plant Med* . 2011 Jun; 16(2): 164-173.
15. Prasad NR, Karthikeyan A, Karthikeyan S, Reddy VB. Inhibitory effect of caffeic acid on cancer cell proliferation by oxidative mechanism in human HT-1080 fibrosarcoma cell line. *Molecular and cellular biochemistry*. 2010; v. 349: p. 11-19, 2010.
16. Jung UJ, Lee MK, Park YB, Jeon SM, Choi MS. Antihyperglycemic and antioxidant properties of caffeic acid in db/db mice. *J Pharmacol Exp Ther*. 2006; v.318: p.476-483.
17. Oliveira AC. Ácido ascórbico associado ao ácido caféico em formulações tópicas: avaliação da ação antioxidante e peroxidação lipídica [Tese de doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2021.

18. Araújo VM. Estudo do potencial terapêutico do ácido caféico em protocolos de diabetes e dislipidemia em camundongos [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2014.
19. Lazzarotto IP, Guedes FF. Avaliação do conteúdo de trans-resveratrol em vinhos elaborados a partir das variedades de uva bordô e isabel. Revista de Iniciação Científica da ULBRA. 2015; v. 1: p.103-115.
20. Planas JM, Alfaras I, Colom H, Juan ME. A biodisponibilidade e distribuição do trans-resveratrol são restringidas pelos transportadores ABC. Arquivos de bioquímica e biofísica. 2012; v. 527: pág. 67-73.
21. Collodel G, Federico MG, Geminiani M, Martini S, Bonechi C, Rossi C, Figura N, Moretti E. Efeito do trans-resveratrol no estresse oxidativo induzido em espermatozoides humanos e em células germinativas de ratos. Toxicologia Reprodutiva. 2011; v. 31: pág. 239-246.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-5>

Capítulo 5

KOMBUCHA E SEU POTENCIAL EFEITO ANTIDIABÉTICO: REVISÃO

Jeniffer Ferreira de Miranda¹; Larissa Fernandes Ruiz²; Thais Matsue Uekane³; Kelly Alencar Silva⁴; Adriene Ribeiro Lima⁵

¹Mestre em Ciências aplicadas a produtos para a saúde pela UFF, jenifferfm@id.uff.br; ²Estudante do Curso de Nutrição UFF, larissa.fgruiz@gmail.com; ³Docente do Departamento de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da UFF, thaisuekane@id.uff.br; ⁴Docente do Departamento de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da UFF, kelly_alencar@id.uff.br; ⁵Docente do Departamento de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da UFF, adrianelima@id.uff.br

Resumo: A kombucha é uma bebida rica em compostos com propriedades antioxidantes, proveniente da fermentação do chá da *Camellia sinensis* adicionado de açúcar, por uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY). Esta bebida passou a ganhar popularidade, principalmente devido as alegações de uma bebida promotora da saúde, se espalhou por diversos países, e atualmente é consumida e comercializada a nível mundial. A kombucha apresenta uma grande variedade de compostos químicos, principalmente ácidos orgânicos e compostos fenólicos, que estão relacionados às propriedades biológicas apresentadas por esta bebida. Existe na literatura várias propriedades relacionadas ao potencial bioativo da bebida. Atividade antioxidante e antimicrobiana, efeito antidiabético, anticarcinogênico, hepatoprotetor são alguns dos efeitos benéficos atribuídos a kombucha. Estudos avaliando o efeito da kombucha em doenças como o diabetes, têm sido desenvolvidos e apresentado resultados promissores. Esta revisão teve como objetivo abordar os possíveis efeitos da kombucha no controle do diabetes.

Palavras-chave: bebida fermentada; compostos bioativos; diabetes

INTRODUÇÃO

Produzida tradicionalmente a partir da fermentação do chá da *Camellia sinensis* por uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras (SCOBY), a kombucha é uma bebida levemente doce e ácida consumida em todo o mundo (1), e que vem ganhando popularidade principalmente no Brasil.

A microbiota presente no SCOBY é composta por bactérias acéticas, lácticas e leveduras, que promovem o processo fermentativo numa associação simbiótica organizada em uma matriz celulósica (2). Durante o processo de fermentação muitos compostos químicos são metabolizados e transformados em novos compostos, como ácidos orgânicos, compostos fenólicos, vitaminas e minerais (1). Portanto, a kombucha é uma bebida rica em substâncias bioativas com propriedades antioxidantes, que são responsáveis pelos supostos benefícios atribuídos a ela (3).

A popularidade da kombucha é impulsionada pelos supostos benefícios a saúde (4), como propriedades antimicrobiana (5) e antioxidante (6), proteção contra o diabetes (7), redução da propagação do câncer (8), melhoria da função hepática (hepatoprotetor) (9), modulação do sistema imunológico e funções gastrointestinais (10,11) e ação desintoxicante (12). Além disso, pode conter propriedade anti-inflamatória (13), e ajudar na redução dos níveis de colesterol e da pressão sanguínea (14).

Em virtude da rica composição em compostos bioativos com propriedade antioxidante, estudos avaliando o efeito da kombucha em doenças como o diabetes, têm sido desenvolvidos e apresentado resultados promissores. Os componentes presentes na kombucha podem atuar inibindo a lipase pancreática e a α -amilase no plasma (7), na captação da glicose sanguínea (15), e, portanto, reduzir os níveis de glicose no sangue. No entanto, é importante ressaltar, que tais estudos são realizados predominantemente *in vitro*, ou em animais.

O diabetes é uma das doenças que mais acomete a população mundial e a taxa de incidência cresceu nos últimos anos (7). Diante desse contexto, esta revisão teve como objetivo abordar os possíveis efeitos da kombucha no controle do diabetes.

POTENCIAL ANTIDIABÉTICO DA KOMBUCHA

O diabetes mellitus é um distúrbio metabólico crônico caracterizado por altos níveis de glicose no sangue devido à não secreção de insulina (tipo 1) ou sensibilidade à insulina (tipo 2), resultando em distúrbios no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas. O diabetes pode levar a hiperglicemia com polifagia, poliúria, maior ingestão de alimentos e queda de peso corporal (16). A prevalência de diabetes mellitus tipo 2 tem aumentado no mundo, e o estresse oxidativo pode ser uma das causas para o desenvolvimento da doença (7,17). A auto-oxidação induzida pela hiperglicemia da glicose e a glicação das proteínas resultam na formação de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio. A produção elevada de radicais livres pode desencadear danos nas macromoléculas celulares (DNA, lipídios e proteínas), contribuindo para o progresso de complicações diabéticas e diferentes danos aos órgãos. Neste contexto, acredita-se que as complicações diabéticas associadas ao aumento do estresse oxidativo podem ser suprimidas pelos antioxidantes (18).

De acordo com Morshedi e Dashti-rahmatabadi (2010) a kombucha de chá preto pode possuir atividade antidiabética por conter miricetina, um polifenol que imita a insulina no estímulo da lipogênese e no transporte de glicose em adipócitos de ratos, *in vitro*. A captação de glicose estimulada por miricetina pode ser possível devido a uma mudança na atividade do transportador de glicose, que é causada por alterações na fluidez da membrana ou nas interações dos transportadores lipídicos como resposta à inserção da miricetina na bicamada lipídica da membrana celular (15).

Aloulou e colaboradores (2012) compararam os efeitos hipoglicemiantes da kombucha de chá preto com o chá preto, em ratos diabético induzidos por aloxana, e analisaram alterações histológicas no pâncreas. Os resultados mostraram que a administração de 5 mL/kg de massa corporal de kombucha ou chá preto em ratos diabéticos reduziu a atividade da α -amilase pancreática, enzima que desempenha um papel fundamental na digestão de carboidratos. A sua inibição reduziu os níveis de glicose absorvível, formados a partir da digestão de carboidratos, e conseqüentemente, levou a níveis reduzidos de glicose no sangue. Além disso, constatou-se melhora acentuada na histologia das células β -pancreáticas, que foram danificadas pela aloxana. Observou-se também que os efeitos benéficos alcançados com a administração da kombucha foram

mais significativos do que os relatados para a bebida não fermentada, o que pode ser atribuído às grandes quantidades de polifenóis e flavonoides presentes na kombucha em comparação ao chá preto. Diante destes achados, acredita-se que os polifenóis podem impedir o dano e a morte das células β -pancreáticas e/ou estimular a regeneração desse tipo de células em ratos diabéticos (7,19).

Os efeitos antidiabéticos e antioxidantes da kombucha de chá preto, em ratos diabéticos induzidos por aloxana, também foram investigados por Bhattacharya, Gachhui e Sil et al. (2013). Os ratos expostos a aloxana apresentaram redução do peso corporal e da insulina plasmática em cerca de 28,12% e 61,34%, respectivamente, e elevado nível de glicose no sangue e da hemoglobina glicada em cerca de 3,79 e 3,73 vezes, respectivamente. Os resultados mostraram um maior potencial antidiabético da bebida fermentada em comparação com a bebida não fermentada, nos ratos diabéticos que receberam tratamento com 150 mg/kg de peso corporal de extrato liofilizado de kombucha ou chá preto, por um período de 14 dias. Foi observado que o nível de glicose sanguínea reduziu aproximadamente 56,4% quando administrado a kombucha, e 48,5% na administração de chá preto. Além disso, evidenciou-se restauração das alterações fisiopatológicas induzidas pela aloxana. Embora o chá preto seja eficaz no tratamento do diabetes, a kombucha se mostrou ser mais eficiente, provavelmente, devido a formação de compostos fenólicos durante o período de fermentação (18,20).

Srihari et al. (2013) constataram que houve uma redução da hemoglobina glicosilada (HbA1c) e um aumento dos níveis de insulina plasmática, hemoglobina e glicogênio tecidual em ratos diabéticos, induzidos por estreptozotocina, que consumiram 6 mg/kg de massa corporal de kombucha de chá preto liofilizada ao longo de 45 dias de tratamento. Os resultados da liberação de insulina do pâncreas no plasma indicam que parte da atividade anti-hiperglicêmica da kombucha ocorre por meio da liberação de insulina do pâncreas. Também foi observado a reversão significativa de atividades enzimáticas nos tecidos dos animais, tais como a glicose-6-fosfatase, a frutose-1,6-bisfosfatase e a hexoquinase, principais enzimas responsáveis no controle da glicólise e da gliconeogênese no fígado e no músculo, indicando que a kombucha tem potencial para atuar em vários locais das vias reguladoras da glicose (19).

Zubaidah et al. (2019) compararam a atividade antidiabética da bebida fermentada de fruta-cobra (*Salak suwaru*) com cultura de kombucha, kombucha de chá preto e metformina em ratos diabéticos induzidos por estreptozotocina. Cinco mililitros por quilograma de massa corporal da bebida fermentada de fruta-cobra, kombucha de chá preto e metformina foram administrados por via oral em ratos diabéticos diariamente durante 28 dias. Após o período do tratamento, observou-se que os produtos em estudo reduziram os níveis de glicose plasmática em jejum, em torno de 67 a 76%, e melhoraram os índices de estresse oxidativo e o perfil lipídico. Os ratos diabéticos que receberam tratamento com bebida fermentada de fruta-cobra e metformina apresentaram níveis mais baixos de glicose plasmática em jejum em comparação aos ratos que receberam tratamento com kombucha de chá preto. A bebida fermentada de fruta-cobra teve um efeito comparável ao da metformina e um melhor desempenho sobre a glicose plasmática que a kombucha de chá preto, efeito que pode estar relacionado ao alto teor de compostos antioxidantes, como fenólicos, taninos, ácido cítrico, láctico, butírico e propiônico, presentes na bebida fermentada de fruta-cobra (21).

Acredita-se que compostos antioxidantes também podem inibir a absorção de glicose no intestino delgado, diminuindo a atividade condutora de glicose, como a

proteína de transporte de sódio e glicose 1 (GLUT1), o transportador de glicose 5 (GLUT 5) e o transportador de glicose 2 (GLUT 2) (16).

CONCLUSÃO

As atividades protetoras da kombucha podem ser atribuídas, principalmente, à presença de compostos fenólicos, oriundos dos substratos utilizados na produção da bebida, e dos de ácidos orgânicos, que são produzidos como resultado da fermentação microbiana. No diabetes, os componentes bioativos presentes na kombucha podem ajudar na inibição da lipase pancreática, da α -amilase no plasma, agir na captura da glicose, na redução da hemoglobina glicosilada, e ajudar a reduzir os níveis de glicose no sangue e, conseqüentemente, na regeneração das células pancreáticas. Entretanto, ainda não há na literatura relatos de estudos sobre o potencial efeito antidiabético da kombucha em humanos.

AGRADECIMENTOS

FAPERJ, CNPq e Capes pelo incentivo financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Dutta H, Paul SK. Kombucha Drink: Production, Quality, and Safety Aspects [Internet]. *Production and Management of Beverages*. Elsevier Inc.; 2019. 259–288 p. Available from: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815260-7.00008-0>
2. Leal JM, Suárez LV, Jayabalan R, Oros JH, Escalante-Aburto A. A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CYTA - J Food* [Internet]. 2018;16(1):390–9. Available from: <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1410499>
3. Cardoso RR, Neto RO, dos Santos D’Almeida CT, do Nascimento TP, Pressete CG, Azevedo L, et al. Kombuchas from green and black teas have different phenolic profile, which impacts their antioxidant capacities, antibacterial and antiproliferative activities. *Food Res Int* [Internet]. 2020;128:108782. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108782>
4. Kapp JM, Sumner W. Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Ann Epidemiol*. 2019;30:66–70.
5. Battikh H, Bakhrouf A, Ammar E. Antimicrobial effect of Kombucha analogues. *LWT - Food Sci Technol*. 2012;47(1):71–7.
6. Malbaša R V., Lončar ES, Vitas JS, Čanadanović-Brunet JM. Influence of starter cultures on the antioxidant activity of kombucha beverage. *Food Chem*. 2011;127(4):1727–31.
7. Aloulou A, Hamden K, Elloumi D, Ali MB, Hargafi K, Jaouadi B, et al. Hypoglycemic and antilipidemic properties of kombucha tea in alloxan-induced diabetic rats. *BMC Complement Altern Med*. 2012;12.

8. Srihari T, Arunkumar R, Arunakaran J, Satyanarayana U. Downregulation of signalling molecules involved in angiogenesis of prostate cancer cell line (PC-3) by kombucha (lyophilized). *Biomed Prev Nutr* [Internet]. 2013;3(1):53–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bionut.2012.08.001>
9. Wang Y, Ji B, Wu W, Wang R, Yang Z, Zhang D, et al. Hepatoprotective effects of kombucha tea: Identification of functional strains and quantification of functional components. *J Sci Food Agric*. 2013;94(2):265–72.
10. Kozyrovska NO, Reva OM, Goginyan VB, Devera JP. Kombucha microbiome as a probiotic: A view from the perspective of post-genomics and synthetic ecology. *Biopolym Cell*. 2012;28(2):103–13.
11. Watawana MI, Jayawardena N, Gunawardhana CB, Waisundara VY. Health, wellness, and safety aspects of the consumption of kombucha. *J Chem*. 2015;2015.
12. Nguyen NK, Nguyen PB, Nguyen HT, Le PH. Screening the optimal ratio of symbiosis between isolated yeast and acetic acid bacteria strain from traditional kombucha for high-level production of glucuronic acid. *LWT - Food Sci Technol* [Internet]. 2015;64(2):1149–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.018>
13. Vázquez-Cabral BD, Larrosa-Pérez M, Gallegos-Infante JA, Moreno-Jiménez MR, González-Laredo RF, Rutiaga-Quiñones JG, et al. Oak kombucha protects against oxidative stress and inflammatory processes. *Chem Biol Interact*. 2017;272:1–9.
14. Watawana MI, Jayawardena N, Gunawardhana CB, Waisundara VY. Enhancement of the antioxidant and starch hydrolase inhibitory activities of king coconut water (*Cocos nucifera* var. *aurantiaca*) by fermentation with kombucha “tea fungus.” *Int J Food Sci Technol*. 2016;51(2):490–8.
15. Morshedi A, Dashti-rahmatbadi MH. Chronic consumption of kombucha and black tea prevents weight Loss in diabetic rats. *Iran J Diabetes Obes* [Internet]. 2010;2(3):23–6. Available from: <http://0-search.ebscohost.com.aupac.lib.athabascau.ca/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=60039584&site=eds-live>
16. Zubaidah E, Afgani CA, Kalsum U, Srinta I, Blanc PJ. Comparison of in vivo antidiabetes activity of snake fruit Kombucha, black tea Kombucha and metformin. *Biocatal Agric Biotechnol* [Internet]. 2019;17(November 2018):465–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.12.026>
17. Vina I, Semjonovs P, Linde R, Deniņa I. Current evidence on physiological activity and expected health effects of kombucha fermented beverage. *J Med Food*. 2014;17(2):179–88.

18. Bhattacharya S, Gachhui R, Sil PC. Effect of Kombucha, a fermented black tea in attenuating oxidative stress mediated tissue damage in alloxan induced diabetic rats. *Food Chem Toxicol* [Internet]. 2013;60:328–40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2013.07.051>
19. Srihari T, Karthikesan K, Ashokkumar N, Satyanarayana U. Antihyperglycaemic efficacy of kombucha in streptozotocin-induced rats. *J Funct Foods* [Internet]. 2013;5(4):1794–802. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2013.08.008>
20. Jayabalan R, Marimuthu S, Swaminathan K. Changes in content of organic acids and tea polyphenols during kombucha tea fermentation. *Food Chem*. 2007;102(1):392–8.
21. Zubaidah E, Dewantari FJ, Novitasari FR, Srianta I, Blanc PJ. Potential of snake fruit (*Salacca zalacca* (Gaerth.) Voss) for the development of a beverage through fermentation with the Kombucha consortium. *Biocatal Agric Biotechnol* [Internet]. 2018;13(September 2017):198–203. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.12.012>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-6>

Capítulo 6

ASPECTOS DA PRODUÇÃO DE INOCULANTES PARA USO AGRÍCOLA

Esteban Ivan da Silva Vejar¹; Joice Miliane de Oliveira²; Carlos André Veiga Burkert³; Mariano Michelin⁴

¹Estudante do Curso de Engenharia Bioquímica - EQA – FURG; E-mail: tev.dasilva@gmail.com, ²Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos – EQA – FURG; E-mail: joicemiliane@hotmail.com, ³Docente/pesquisador da Escola de Química e Alimentos – EQA – FURG; E-mail: burkert@furg.br, ⁴Docente/pesquisador da Escola de Química e Alimentos – EQA – FURG; E-mail: michelonmariano@gmail.com

Resumo: Inoculantes agrícolas estão entre os recentes avanços para uma agricultura sustentável e menos poluente, consistindo em produtos biológicos contendo um ou mais micro-organismos capazes de promover o crescimento de plantas, sendo os mais comuns as formulações a partir de rizóbios. Essas bactérias são amplamente estudadas por sua importância biológica na fixação de nitrogênio aos solos quando em simbiose com leguminosas, tendo uma eficiência maior do que o uso de fertilizantes convencionais e menor impacto ambiental. Além disso, essas proteobactérias Gram-negativas podem trazer diversos benefícios às plantas quando utilizadas na sua inoculação, promovendo a produção de compostos bioativos desejados, crescimento das plantas, resistência em solos com condições desfavoráveis e outros. Entretanto, diversos fatores impactam a eficiência e o custo dos inoculantes agrícolas, desde o micro-organismo e as condições para seu cultivo até os carreadores usados na sua formulação. Neste contexto, o presente artigo propõe uma revisão abordando aspectos envolvidos na obtenção de inoculantes agrícolas, com ênfase em aspectos que possam contribuir com futuros avanços nesta área.

Palavras-chave: bactérias fixadoras de nitrogênio; biofertilizantes; rizóbios

INTRODUÇÃO

A produção de alimentos é parte importante do desenvolvimento humano e as tecnologias para aumento e controle dessa produção são parte da sociedade há muito tempo. Nesse sentido, o uso de fertilizantes industriais, pesticidas e outras práticas similares tornaram-se notáveis na agricultura moderna. Contudo, cada vez mais é possível observar as consequências do seu uso. Desde a perda de fertilidade e poluição dos solos à eutrofização de lagos e contaminação de águas subterrâneas, o uso sem moderação dessas ferramentas tem causado impactos ambientais preocupantes. Assim, a aplicação de formas de manejo da produção vegetal alternativas, como o uso de inoculantes agrícolas, torna-se relevante (1).

Inoculantes agrícolas – ou biofertilizantes – são compostos que contém micro-organismos capazes de beneficiar o desenvolvimento e rendimento de diversas espécies de plantas. Esses podem atuar de diversas maneiras como no controle de doenças das plantas ou no aumento da sua produtividade, promovendo ou facilitando a absorção de nutrientes. Os inoculantes com rizóbios, bactérias diazotróficas capazes de formar nódulos na rizosfera das plantas, são os mais comuns. Essas bactérias são importantes tendo em vista a sua atuação na fixação biológica de nitrogênio (FBN) (1).

É ampla a produção acadêmica evidenciando os benefícios da utilização de inoculantes em diversos aspectos do cultivo de plantas. Em estudos com inoculantes desenvolvidos a partir de rizóbios foi possível dobrar valores de fixação de nitrogênio em feijão (2), aumentar a produção de compostos bioativos em morangos (3) e a absorção de diversos nutrientes em cultivos de arroz (4). Também foi possível aumentar a resistência a solos em condições desfavoráveis como altas concentrações de calcário (5).

Nesse sentido, a pesquisa e desenvolvimento de inoculantes é importante para a construção de uma agricultura sustentável e economicamente eficiente. Vê-se então a necessidade da revisão da literatura com o intuito de compreender os problemas e soluções que podem ser encontrados nesses produtos, abrindo caminho para o desenvolvimento de novas tecnologias e aprimoramento das existentes, ampliando a viabilidade de uso e eficácia dos inoculantes.

BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS

Os rizóbios, ou bactérias diazotróficas, são proteobactérias Gram-negativas capazes de fixar nitrogênio atmosférico através da formação de relações simbióticas com plantas. Esses micro-organismos habitam o solo independentes de uma planta hospedeira e possuem ampla versatilidade metabólica, sendo a simbiose facultativa para a sua sobrevivência. São heterótrofos e capazes de utilizar fontes de carbono diversas para a sua nutrição. As fontes de nitrogênio utilizadas pelos rizóbios também podem variar, sendo utilizado o nitrogênio atmosférico principalmente quando estão em associação com plantas e outros compostos nitrogenados quando não estão em simbiose (6).

São de respiração obrigatória, sendo que todos podem utilizar o oxigênio como aceptor final de elétrons e a maioria pode também utilizar nitrato. Todos realizam Ciclo de Krebs completo, e vias como Entner-Doudoroff (glicólise), gliconeogênese, pentose-fosfato e glicoxilato são comuns. Possuem também mobilidade a partir de flagelos e quimiotaxia, sendo dessa forma atraídos às raízes de plantas. Outra propriedade notável dos rizóbios é a alta produção de polissacarídeos, incluindo exopolissacarídeos (EPS) que são importantes na simbiose com as plantas. Um alto número de *clusters* de produção de polissacarídeos pode ser identificado no genoma de rizóbios e, apesar de não terem sua utilidade completamente desvendada, aparentam desempenhar um papel importante na sobrevivência e adaptação dos rizóbios às condições ambientais e na simbiose (6).

A planta libera compostos quimicamente atrativos para os rizóbios, o que os leva a se aproximar da planta. Ao detectar flavonoides da planta, a produção de determinados oligossacarídeos é induzida no micro-organismo. O legume detecta então esses oligossacarídeos e inicia o processo de simbiose, permitindo a infecção e nodulação pelo

rizóbio. A natureza dos flavonoides e o sistema imune da planta regularão os micro-organismos que podem realizar essa infecção. Desta forma, sabe-se que os rizóbios podem ser muito específicos com relação à planta ou encontrados em uma gama de espécies. *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* infecta apenas espécies de trevo (*Trifolium*), por exemplo, enquanto *Sinorhizobium fredii* NGR234 pode infectar 112 gêneros de leguminosas (7).

Após a infecção, os rizóbios se aderem às ramificações das raízes e provocam o seu enrolamento e encapsulamento dos micro-organismos. Um biofilme de aderência de rizóbios é produzido pelos micro-organismos e é composto por proteínas de aderência de rizóbios, EPS e fibrilas de celulose (7). Formam-se então os nódulos; classificam-se em determinados ou indeterminados e o que os diferencia é o crescimento do nódulo. Enquanto os determinados crescem por causa de expansão celular, os indeterminados crescem devido à multiplicação celular e podem se ramificar em diversos nódulos. Também diferem em forma: enquanto os primeiros têm formato esférico, os outros têm formato cilíndrico (6).

Quanto à classificação dos rizóbios, acreditava-se serem monofiléticos, sendo identificados pela sua propriedade de nodulação e fixação de nitrogênio. Contudo, com o avanço dos estudos notou-se um caráter diversificado e polifilético. Algumas espécies de rizóbios, correspondentes a seu grupo e gênero dentro das proteobactérias, são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Gêneros e espécies de rizóbios.

Divisão das Proteobactérias	Gênero	Número de espécies	Algumas espécies
Alpha	<i>Rhizobium</i>	48	<i>azibense</i> <i>cauense</i> <i>cellulosilyticum</i> <i>etli</i> <i>freirei</i> <i>giardinii</i> <i>hainanense</i> <i>herbae</i> <i>indigoferae</i> <i>leguminosarum</i> <i>lusitanum</i> <i>mesoamericanum</i> <i>multihospitium</i> <i>paranaense</i> <i>petrolearium</i> <i>phaseoli</i> <i>tropici</i>

<i>Bradyrhizobium</i>	9	<i>vallis</i>
		<i>elkanii</i>
		<i>japonicum</i>
		<i>liaoningense</i>
		<i>yuanmingense</i>

Fonte: Adaptado de (6)

Tabela 1 – Gêneros e espécies de rizóbios, continuação.

Divisão das Proteobactérias	Gênero	Número espécies	de Algumas espécies
	<i>Sinorhizobium</i> (<i>Ensifer</i>)	16	<i>americanum</i>
			<i>fredii</i>
			<i>indiaense</i>
			<i>medicae</i>
			<i>mexicanus</i>
			<i>grammaticus</i>
	<i>Azorhizobium</i>	2	<i>caulinodans</i>
	<i>Mesorhizobium</i>	20	<i>alhagi</i>
			<i>caraganae</i>
			<i>gobiense</i>
			<i>mediterraneum</i>
			<i>plurifarium</i>
			<i>sangaii</i>
			<i>tianshanense</i>
	<i>Allorhizobium</i>	1	<i>undicola</i>
	<i>Methylobacterium</i>	1	<i>nodulans</i>
	<i>Devosia</i>	1	<i>neptuniae</i>
	<i>Ochrobactrum</i>	2	<i>lupini</i>
	<i>Phyllobacterium</i>	3	<i>trifolii</i>
			<i>leguminum</i>
	<i>Shinella</i>	1	<i>kummerowiae</i>
	<i>Microvirga</i>	3	<i>lotoonidis</i>
			<i>zambiensis</i>
Beta	<i>Burkholderia</i>	6	<i>caribensis</i>
			<i>mimosarum</i>
			<i>nodosa</i>
			<i>tuberum</i>
	<i>Cupriavidus</i> (<i>Ralstonia</i>)	2	<i>taiwanensis</i>

Fonte: Adaptado de (6)

Como são fixadores de nitrogênio, nessa relação simbiótica os rizóbios fornecem para a planta o nitrogênio necessário para o desenvolvimento até em solos de baixa fertilidade, enquanto recebem energia e carbono da planta. Sabe-se que após o crescimento das plantas hospedeiras encontram-se extensas colônias dos micro-organismos indicando que a simbiose deve promover a evolução e reprodução da espécie (6).

A FBN é um processo importante para o fornecimento de nitrogênio aos seres vivos, sendo responsável por 60% de todo o nitrogênio incorporado aos solos (1). Além disso, é um processo eficiente em comparação com a fertilização usando produtos químicos industriais. Para cada tonelada de nitrogênio fixado biologicamente, duas toneladas de origem industrial são necessárias. Esse excesso de nitrogênio no solo tende a escoar para correntes de água como rios e lagos, provocando a eutrofização. Dessa forma, a fixação biológica tem impactos muito menores no ciclo do nitrogênio e ambientais (6).

O processo consiste na transformação do nitrogênio atmosférico (N_2) em um composto nitrogenado utilizável pelas plantas, como o amônio (NH_4). Para isso são necessárias 28 moléculas de ATP, sendo 16 gastas na quebra do N_2 e o restante na assimilação e transporte do produto. As plantas deverão fornecer 12 g de glicose para os micro-organismos nos nódulos para obter apenas 1 g de nitrogênio (8). Apesar disso, o processo é energeticamente mais eficiente, considerando o processo de síntese de Haber-Bosch amplamente empregado em escala industrial, que precisa de temperaturas na faixa dos 500 a 600 °C e uma pressão entre 200 a 250 bar (9).

INOCULANTES AGRÍCOLAS

Os inoculantes são produtos compostos por um ou mais micro-organismos selecionados pelas suas capacidades de trazer certos benefícios a determinadas espécies de plantas. Dentre essas capacidades destacam-se o controle de doenças, a promoção do crescimento e de produção de compostos desejáveis na planta e disponibilização de nutrientes como fósforo e nitrogênio. Inoculantes baseados na simbiose entre rizóbios e legumes são os mais comuns e amplamente utilizados, sendo o principal no cultivo da soja (1, 10).

Um fator importante no desenvolvimento de um inoculante é o carreador ou veículo de inoculação. O carreador tradicional é a turfa, solo produzido naturalmente em ambientes específicos no decorrer de um longo período geológico. Contudo, o uso e exploração da turfa é prejudicial ao ambiente, podendo provocar a destruição de habitats e emissões de CO_2 . Além disso, a turfa é específica a determinadas localizações e países como o Brasil, que não possuem esse recurso, acabam tendo que importar, aumentando os custos de produção (10, 11, 12). Nesse sentido, novas tecnologias com o intuito de substituir a turfa como carreador vem sendo desenvolvidas, como os carreadores líquidos – culturas microbianas suspensas em meios líquidos ricos em nutrientes e compostos protetores da célula, como biopolímeros e subprodutos da agricultura como o bagaço de cana (13).

Como características importantes no desenvolvimento, uso e comercialização de inoculantes encontram-se: carreadores eficientes, formulações adequadas e refinadas para alcançar resultados ótimos em campo, a sobrevivência dos micro-organismos a longo prazo no inoculante, o tempo de prateleira, a combinação de cepas e outros micro-organismos para ampliar a ação e efetividade do inoculante, os aditivos adicionados, a redução de custos, o uso de cepas de micro-organismos locais e a funcionalidade em territórios com solos deficientes ou não ótimos para o cultivo (13).

Diversos inoculantes têm sido desenvolvidos e uma gama de benefícios pode ser identificada no uso desses produtos. Em um estudo na Espanha com inoculantes de *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli* em feijão comum foi possível observar um aumento significativo da fixação de nitrogênio. Especificamente nas plantas inoculadas com a cepa Rlp LCS0306, o valor de nitrogênio fixado atingiu o dobro do valor das plantas não inoculadas chegando a 67,8 kg ha⁻¹ (2). Em outro estudo, a inoculação de plantações de arroz com rizóbios aumentou a absorção de nitrogênio em 19-28%, fósforo em 13-23% e potássio em 10-16% (4). Também na literatura encontram-se evidências da efetividade de inoculantes rizobianos no aumento da resistência a solos com altas concentrações de calcário (5) e o aumento de compostos bioativos como ácido cítrico e vitamina C em morangos (3).

Dentre os problemas na produção de inoculantes é evidenciada a escolha do micro-organismo a ser utilizado. Diversas bactérias tem sido isoladas do solo e apresentado capacidade de promover o crescimento das plantas, porém essas também são notáveis pelos seus efeitos nocivos tanto para as plantas quanto para animais e humanos. Além disso, certas combinações entre inoculantes e outros agroquímicos como pesticidas que ocorrem no cultivo podem acabar por tornar ineficaz o inoculante na interação com compostos prejudiciais aos micro-organismos que os compõem (10).

PRODUÇÃO DE INOCULANTES AGRÍCOLAS

Como primeira etapa da produção de um inoculante agrícola coloca-se a seleção das cepas dos rizóbios que serão utilizados. Algumas características são desejáveis na escolha dessas cepas: a habilidade de formar nódulos efetivos na fixação de nitrogênio no legume onde o inóculo será utilizado; a capacidade de se desenvolver bem no carreador, em meio de cultura e no solo; nodulação e aumento da produção em uma diversidade de solos e condições climáticas; resiliência no solo; sobrevivência em estoque e sementes; estabilidade genética e competitividade com outras cepas presentes no solo. Outra propriedade interessante a ser levada em consideração é a capacidade de uma cepa de nodular em múltiplos legumes que podem ser cultivados em conjunto utilizando apenas um inoculante (11, 12).

A competitividade é importante na seleção de uma cepa para inoculação, pois determinará o micro-organismo que infectará e formará nódulos no legume mais rápida e extensivamente do que outras espécies de rizóbios presentes no solo. Dessa forma, garante-se que o micro-organismo mais competitivo seja um que beneficie a nodulação e a produtividade do legume (11). Outra propriedade em destaque é a persistência das cepas no solo, caso tenha-se certeza da sua alta efetividade de fixação de nitrogênio e

estabilidade genética. A substituição de cepas persistentes no solo pode ser um problema se estas não forem desejáveis (12).

Um problema na seleção de cepas para inoculantes agrícolas é a legislação de cada país. Nos Estados Unidos é possível patentear micro-organismos e a seleção é de responsabilidade do produtor, enquanto no Brasil apenas micro-organismos modificados geneticamente podem ser patenteados e a sua aprovação para uso comercial é de difícil obtenção. No Brasil, as cepas a serem utilizadas em inoculantes são recomendadas por um comitê oficial de especialistas (12).

Outra parte importante do processo é a manutenção das cepas e da sua viabilidade, evitando variações ou mutações. Meios de ágar podem conservar uma cepa por até dois anos. Solo, turfa ou argila podem manter a viabilidade entre 2 a 4 anos. O congelamento, dependendo das condições em que ocorra, pode preservar o micro-organismo por meses ou até vários anos assim como a liofilização (12).

As culturas das cepas selecionadas crescem inicialmente em tubos de ensaio e depois são transferidas para recipientes maiores como garrafas de *Roux* ou frascos *Erlenmeyer*. A cultura que cresce no segundo recipiente é denominada *starter* e será colocada no biorreator de forma asséptica. O biorreator pode ser grande ou pequeno dependendo da necessidade de produção e deve ser esterilizado com o meio previamente ao processo. Do biorreator, as culturas vão para um *mixer* horizontal onde serão misturadas com o carreador. Finalmente, o inoculante é deixado em prateleiras exposto ao ambiente para que ocorra a maturação, onde a cultura pode se multiplicar até atingir uma densidade de células adequada, e então é embalado (11).

A produção de inoculantes estéreis também é possível, mas o processo tem custo mais elevado. É necessário que ocorra a esterilização do carreador e qualquer aditivo adicionado e isso pode ocorrer de mais de uma forma: através de radiação gama ou autoclavagem. Para manter as condições estéreis do processo, é necessário que o carreador na embalagem seja inoculado através de uma seringa hipodérmica assepticamente. A cultura é espalhada então pelo carreador na embalagem e são necessárias entre uma e duas semanas para que os micro-organismos atinjam concentração adequada (11).

Um problema que surge no fim do processo é a vida útil que o inoculante terá. Inoculantes não estéreis tendem a ter uma vida útil curta, variando entre semanas e meses, se conservam em baixas temperaturas por tempo limitado e são usados na mesma temporada da produção. Já os estéreis podem chegar a dois anos e baixas temperaturas de estocagem podem aumentar a longevidade. Algumas opções para aumentar o tempo de prateleira são a maturação após a produção, a redução da umidade da formulação, a preservação em temperaturas mais baixas e uma formulação completamente seca. A formulação completamente seca reduz o número inicial da população bacteriana, mas possibilita mais tempo em estoque à temperatura ambiente (13).

CONCLUSÕES

A partir desta revisão foi possível verificar as diversas vantagens do uso dos inoculantes agrícolas em uma variedade de cultivos. A efetividade da fixação de nitrogênio pelas bactérias diazotróficas constitui excelente alternativa para os fertilizantes industriais, poluentes e custosos. Nesse sentido diversas melhorias podem ser feitas no processo de produção, impactando os custos, visando o avanço dessa tecnologia e de uma agricultura sustentável.

O desenvolvimento de novos carreadores que possam substituir a turfa de maneira econômica e ambientalmente eficiente já é evidenciado na literatura e novas pesquisas devem surgir nesse âmbito, bem como aquelas que focam no aumento da vida útil dos bioprodutos. Além disso, a caracterização dos micro-organismos que possam ser utilizados na inoculação é relevante, bem como o estudo de condições de processo, como por exemplo composição dos meios de cultivo, parâmetros físico-químicos e modo de operação de biorreatores, que garantam um incremento na produção de biomassa microbiana e a viabilidade celular.

REFERÊNCIAS

1. Cardoso EJ, Estrada-Bonilla GA. Inoculantes Agrícolas. In: Lima U, editor. *Biotecnologia Industrial*. 3. ed. Editora Blucher; 2019. p. 305-327.
2. Pastor-Bueis R, Sánchez-Cañizares C, James EK, González-Andrés F. Formulation of a highly effective inoculant for common bean based on an autochthonous elite strain of *Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*, and genomic-based insights into its agronomic performance. *Front Microbiol*. 2019; 10: 2724.
3. Flores-Félix JD, Velázquez E, García-Fraile P, González-Andrés F, Silva LR, Rivas R. *Rhizobium* and *Phyllobacterium* bacterial inoculants increase bioactive compounds and quality of strawberries cultivated in field conditions. *Food Res Int*. 2018; 111: 416–422.
4. Biswas JC, Ladha JK, Dazzo FB. Rhizobia inoculation improves nutrient uptake and growth of lowland rice. *Soil Sci Soc Am J*. 2000; 64 (5):1644–1650.
5. Ipek M, Pirlak L, Esitken A, Figen Dönmez M, Turan M, Sahin F. Plant growth-promoting Rhizobacteria (Pgpr) increase yield, growth and nutrition of strawberry under high-calcareous soil conditions. *J Plant Nutr*. 2014; 37 (7): 990–1001.
6. Iyer B, Rajkumar S. Rhizobia. In: Reference Module in Life Sciences [Internet]. Elsevier; 2018. p. 125-146. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128096338131048>

7. Poole P, Ramachandran V, Terpolilli J. Rhizobia: from saprophytes to endosymbionts. *Nat Rev Microbiol.* 2018; 16 (5): 291–303.
8. Buscot F, Varma A. *Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions*; Berlin/Heidelberg: Springer Science Business Media, 2005;
9. Gilchrist M, Benjamin N. From Atmospheric Nitrogen to Bioactive Nitrogen Oxides. In: Bryan NS, Loscalzo J, eds. *Nitrite and Nitrate in Human Health and Disease.* 2 ed. New York: Humana Press; 2017. p. 11–20.
10. Santos MS, Nogueira MA, Hungria M. Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture. *AMB Express.* 2019; 9 (1): 205.
11. Burton JC. *Legume Inoculant Production Manual.* Maui, Hawaii: College of Tropical Agriculture and Human Resources; 1984.
12. Hungria M, Loureiro MF, Mendes IC, Campo RJ, Graham PH. Inoculant Preparation, Production and Application. In: Werner D, Newton WE, org. *Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry, Ecology, and the Environment* [Internet]. Dordrecht: Springer Netherlands, 2005; Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/1-4020-3544-6_11
13. Bashan Y, de-Bashan LE, Prabhu SR, Hernandez J-P. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998–2013). *Plant Soil.* 2014; 378 (1–2): 1–33.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-7>

Capítulo 7

RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA EM *SALMONELLA* HEIDELBERG: IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA

Micaela Guidotti Takeuchi¹; Roberta Torres de Melo³; Rosanne Aparecida Capanema Ribeiro²;
Régis Vinícius Alves de Abreu¹; Gabriella Rayane Aparecida Ferreira², Mariana Comassio
Chueiri⁴, Daise Aparecida Rossi³

¹Estudante do Curso de Doutorado - FAMEV – UFU; E-mail: micaelaguidotti@gmail.com; regisdna7@gmail.com ²Estudante do Curso de Mestrado - FAMEV – UFU; E-mail: gabriellarayane13@gmail.com; rosanneacr@yahoo.com.br ³Docente do Departamento de Ciências Veterinárias – FAMEV – UFU. E-mail: roberta.tmelo@ufu.br; E-mail: daise.rossi@ufu.br; ⁴Estudante do Curso de Medicina Veterinária - FAMEV – UFU; E-mail: marianacomassio@gmail.com

Resumo: A resistência antimicrobiana de patógenos é considerado um problema global devido os riscos para a segurança alimentar e à saúde pública mundial. O presente estudo teve como objetivo avaliar as características genotípicas e fenotípicas de 20 estirpes de *S. Heidelberg* (SH) isoladas de frangos de corte produzidos no Brasil. Este sorovar é uma ameaça a saúde pública pela presença de determinantes genéticos ligados à múltipla resistência antimicrobiana. Os genes *bla_{SHV}*, *mcr-1*, *qnrA*, *qnrB* e *qnrS* não foram encontrados em nenhuma das estirpes, porém, todas mostraram um perfil multirresistente a pelo menos 3 drogas não β-lactâmicos, que incluíam colistina, sulfametoxazol e tetraciclina. A presença dos genes *bla_{CTX-M}* e *bla_{CMY-2}* foi a associada a resistência à penicilina, ceftriaxona (90%), meropenem (25%), e cefoxitina (25%). É de extrema importância o monitoramento constante da resistência antimicrobiana em SH, pois, além do risco da manutenção da bactéria em ambientes de produção, há a possibilidade de ocorrer infecções difíceis de serem tratadas corretamente.

Palavras-chave: Resistência antimicrobiana; Salmonelose; Sequenciamento genômico.

INTRODUÇÃO

Um dos sorovares mais importantes responsável por salmonelose humana reportada na América do Norte, Europa e Brasil é o sorovar de *S. Heidelberg* (SH) (1,2). Entre 1996 e 2015 houve aumento na ocorrência de infecções humanas (25%) provocadas por SH (3,4), além da preocupação mundial com este serovar devido as estirpes multirresistentes para múltiplos antibióticos β-lactâmicos (5), assim como a existência de estirpes muito invasivas, responsáveis por salmonelose grave que evoluiu para terapia intensiva (6).

Os mecanismos moleculares envolvidos na resistência antimicrobiana contribuem para a transferência horizontal de genes por meio de plasmídeos (1), como os que

codificam a resistência à quinolonas (*qnrA*, *qnrB*, e *qnrS*), aos β -lactâmicos (*bla*_{TEM}, *bla*_{SHV}, *bla*_{CTX-M}, e *bla*_{CMY-2}) e polimixinas (*mcr-1*), que são capazes de expressar resistência a diversas classes de antibióticos, fazendo com que o tratamento de infecções seja ainda mais difícil (7). A crescente preocupação da resistência antimicrobiana de bactérias de importância para a saúde pública, se estende também ao serovar SH. O aumento da resistência aos β -lactâmicos como a penicilina e a cefamicina (7), carbapenêmicos (8) e cefalosporinas de amplo espectro (9), além de outros grupos de antimicrobianos não β -lactâmicos como as tetraciclina (9,10), quinolonas (7), sulfonamidas (11), e polimixinas (12) potencializam a gravidade de casos clínicos que necessitam de hospitalização.

No Brasil, há um rígido controle sanitário para *Salmonella* spp., uma vez que o país é o maior exportador de carne de frango e possui uma produção automatizada (13–15). Apesar disso, é notório o crescente número de isolados de SH em produtos avícolas, devido ao aumento da variabilidade genética deste sorotipo (16). Desse modo, considerando a importância, ampla distribuição e emergência da SH, além da diversidade de reservatórios, o impacto na saúde humana e a interface com a saúde animal a temática precisa ser estudada para que medidas de controle eficazes sejam implementadas. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar as características genotípicas e fenotípicas de 20 estirpes de SH isoladas de frangos de corte produzidos no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 20 estirpes de SH isoladas de lotes de frangos de corte com idade entre 11 e 46 dias, em oito unidades industriais (A a H) que possuíam animais de cinco produtores diferentes (1 a 5). As indústrias eram pertencentes a uma empresa exportadora, com práticas regulamentares verificadas pela inspeção federal.

As cepas utilizadas foram isoladas de 17 esfregaços de arrasto de granja avícola, uma amostra fecal, de ceco e de peito (Tabela 1). O Laboratório de Enterobactérias da Fundação Oswaldo Cruz (IOC/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, Brasil) realizou a identificação bioquímica (17) e a sorotipagem. Determinou-se as concentrações inibitórias mínimas para os antimicrobianos frequentemente utilizados em medicina humana e veterinária: AMP, AMO, COL, CFT, CIP, MER, SMX e TET. O teste de cefoxitina (30 μ g) (FOX) foi realizado pelo método de difusão em disco, a fim de rastrear a resistência a cefoxitina. Todos os testes foram executados em triplicata.

O inóculo bacteriano foi preparado em solução de NaCl 0,9% e turbidez definida em 0,5 na escala McFarland (5×10^8 UFC/mL) seguida de semeadura em placa de ágar Mueller Hinton (MH, Difco) e incubação (35°C - 16-24 horas). As concentrações testadas foram: 0,5, 1, 2, 4, 8, 16, 32 e 64 mg.L⁻¹ para todos os antimicrobianos, exceto para sulfametoxazol (16, 32, 64, 128, 256, 512, 1.024, 2.048 mg.L⁻¹). Os pontos de corte (Tabela 2) foram utilizados de acordo com as diretrizes e recomendações do CLSI para enterobactérias (18). Como controle de esterilidade, utilizou-se meios com ausência de bactérias e como controle positivo foi utilizada a *S. Typhimurium* ATCC 14028.

O Kit de Purificação de DNA Genômico do Wizard (Promega) foi utilizado para extrair e purificar o DNA genômico (gDNA). As reações PCR foram realizadas utilizando 10ng de DNA purificado. Para todas as estirpes, testou-se a presença dos genes *bla*_{TEM},

bla_{SHV}, *bla_{CTX-M}* (19), *bla_{CMY-2}*, ligados à produção de beta-lactamases (20), *qnrA*, *qnrB* e *qnrS* (21), ligados à resistência às quinolonas (22), e *mcr-1*, ligados à resistência a colistina (23). As reações PCR foram realizadas com GoTaq® Green Master Mix kit (Promega), contemplando um volume final de 25µL. Para cada reação utilizou-se um volume de 12,5µL de Green Mix, 10,5µL de água MiliQ, 1µL de *primers* R/F e 1µL de DNA a 10ng/µL. Controles positivos (*Klebsiella pneumoniae*) e negativos (água ultra pura) foram utilizados para a análise dos genes de resistência antimicrobiana. As amostras avaliadas para os genes de resistência antimicrobiana a β-lactâmicos foram amplificadas em termociclador (Eppendorf®) com diferentes números de ciclos (30) e condições de anelamento e para os genes *qnrA*, *qnrB* e *qnrS* a desnaturação inicial foi de 95°C durante 10 min, seguida de 35 ciclos de desnaturação a 95°C durante 1 min, extensão a 72°C durante 90 segundos, e extensão final a 72°C durante 10 min. Após a amplificação, os produtos finais foram submetidos a eletroforese em gel de agarose a 1,5%, utilizando o tampão de funcionamento TBE 0,5x (Invitrogen) e, como padrão de peso molecular, o marcador de 100bp (Invitrogen).

A análise de PFGE foi feita utilizando PulseNet (24), a fim de avaliar a relação genética dos isolados (25). As cepas foram cultivadas (37°C/24 horas) em Tryptic Soy Agar (TSA) (OXOID®) e ressuspensas em solução salina tamponada (PBS: tampão fosfato 0,01 M; pH 7,2; NaCl 0,85%) seguida por bloqueio da agarose e a digestão do DNA genômico com 30U da enzima Xba1 (Invitrogen®) por 2h a 37°C. Os fragmentos de DNA foram separados em gel de agarose a 1% (SeaKem Gold®) em tampão TBE 0,5X em CHEF DRIII (Bio-Rad®, Califórnia, Estados Unidos) por 18h com os parâmetros: 200 V, ângulo de 120°, 6V gradiente/cm e tampão a 14°C. O corante brometo de etídio foi utilizado para corar o gel e avaliação realizada pelo programa BioNumerics a fim de construir o dendrograma. O método UPGMA foi utilizado para fazer a comparação dos padrões de bandas e incluiu o coeficiente de similaridade de Dice com tolerância de 1,5% na comparação da posição das bandas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à resistência fenotípica aos antimicrobianos, as estirpes apresentaram maior susceptibilidade ($p < 0,05$) a CIP (90%), MER (75%), e AMO (40%), porém, todas apresentaram resistência a COL, TET e SMX, sendo então, multirresistentes (MDR). Quando comparado a resultados obtidos no Brasil e na Argentina (26), este estudo demonstrou maior resistência fenotípica antimicrobiana contra AMO, AMP, COL, CFT, SMX e TET, caracterizados como medicamentos frequentemente utilizados na medicina humana e veterinária (Tabela 2).

Os perfis de resistência, a pelo menos quatro classes de antimicrobianos, foi demonstrado (Tabela 1) e 60% (12/20) das estirpes apresentaram resistência a pelo menos seis antibióticos (perfis P4, P5, P6 e P7). Não foram encontradas estirpes resistentes na análise dos genes *bla_{SHV}*, *qnrA*, *qnrB*, e *qnrS*, no entanto, a resistência fenotípica às classes de penicilina (AMP e AMO) e/ou cefens (CFT, FOX) foram evidenciadas. Este resultado foi consistente com o genótipo (R1 a R4) relacionado a presença de um ou mais genes *bla* em 85% (17/20) das estirpes. Neste grupo, foi encontrada a presença de genes *bla* coexistentes em 2/17 (11,8%), indicando determinantes das resistências fenotípicas aos cefens (R3) e às penicilinas (R4). Os resistomas R2 e R3 exibiram a presença do gene

*bla*_{CTX-M} encontrado em 2/20 (10%) e fenótipo de resistência à CFT. Apenas uma estirpe (1/20 - 5,0%) (R4) apresentou o gene *bla*_{TEM} e expressou a resistência fenotípica à ampicilina no teste CIM.

Em 80% (16/20) das estirpes encontrou-se o gene mais prevalente, o *bla*_{CMY-2}, identificado nos resistomas R1 e R3. Neste aspecto, uma elevada resistência à CFT (90%), antibiótico utilizado para tratar salmonelose em crianças (9) foi observada. Além disso, quatro estirpes resistentes à cefoxitina (FOX) apresentaram o *bla*_{CMY-2} em seu resistoma demonstrando consistência com este fenótipo. A utilização de cefalosporinas de amplo espectro induzem a superprodução de AmpC e promovem um preocupante cenário para instituição de tratamentos de infecções graves por Enterobacteriaceae (27).

Tabela 1. Dados de cepas de SH isoladas de amostras de aves brasileiras, durante os anos de 2017 e 2018, resistência fenotípica e genotípica

Id	Data de coleta	Produtor /Material	Idade animal (dias)	Genes de resistência (R - <i>bla</i>)	Perfil de resistência fenotípico
H10	15/02/18	1 – AC	26	--	COL, SMX, TET, AMP, CFT (P3)
H11	15/02/18	1 – AC	26	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMO, CFT, AMP, CIP (P6)
H12	15/02/18	1 – AC	26	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMO, CFT, AMP (P5)
H15	16/02/18	2 – AC	27	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMO, CFT, AMP, MER (P7)
H16	16/02/18	3 – AC	26	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMP, CFT (P3)
H17	16/02/18	4 – AC	26	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMO, CFT, MER (P4)
H18	16/02/18	5 – AC	27	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMP, CFT (P3)
H19	16/02/18	5 – AC	27	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMP, CFT (P3)
H03	09/02/18	1 – AC	24	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMO, CFT, AMP, MER (P7)
H04	09/02/18	2 – AC	21	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMO, CFT, AMP (P5)
H01	07/02/18	1 – AC	11	TEM, CMY-2 (R4)	COL, SMX, TET, AMP, MER (P2)
H02	08/02/18	1 – AC	25	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMO, CFT, AMP (P5)
H05	09/02/18	2 – AC	21	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMO, CFT, AMP (P5)
H06	29/11/17	1 – AC	26	CTX-M (R2)	COL, SMX, TET, AMO, CFT, AMP, CIP (P6)
H07	01/12/17	1 – AF	40	CMY-2, CTX-M (R3)	COL, SMX, TET, AMO, CFT, AMP (P5)
H20	16/02/18	2 – AC	44	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMO, CFT, AMP, MER (P7)
H08	23/12/17	1 – CC	46	--	COL, SMX, TET, AMP (P1)
H09	15/02/18	1 – PT	46	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMP, CFT (P3)
H13	16/02/18	2 – AC	24	--	COL, SMX, TET, AMP, CFT (P3)
H14	16/02/18	3 – AC	34	CMY-2 (R1)	COL, SMX, TET, AMO, CFT, AMP (P5)
Total N (%): P1: 1 e P2 1 (5%); P3 6 (30%); P4: 1 (5%); P5: 6 (30%); P6: 2 (10%); P7: 3 (15%)					
R1: 14 (70%); R2: 1 (5%); R3: 1 (5%); R4: 1 (5%)					

N (%) – número e percentual de cepas resistentes; AMO – amoxicilina e ácido clavulânico; COL -colistina; CFT - ceftriaxona; CIP – ciprofloxacina; AMP – ampicilina; MER -meropenem; TET – tetraciclina; SMX – sulfametoxazol; P – perfil; R – *bla*: resistomas descritos pelo gene *bla* - AC: Arrasto de cama; AF: Amostra fecal; CC: Ceco; PT: Peito.

A resistência bacteriana mediada por plasmídeos pertencentes aos subgrupos *bla*, como *bla*_{CTX-M}, é realçada pela habilidade de produzir β-lactamases (ESBLs). Portanto, a presença de estirpes resistentes é preocupante, pois essa classe de antibióticos é considerada de primeira escolha no tratamento de salmonelose. Os relatos de salmonelas produtoras de ESBL aumentaram mundialmente, tornando-se uma séria preocupação para a saúde pública, sendo que os genes mais isolados de animais de alimentos são *bla*_{CTX} e o *bla*_{CMY-2} (28,29). Estudos sobre a resistência a colistina em SH em aves não foram relatados no Brasil, entretanto, mesmo após a proibição da utilização deste medicamento

em 2016, ainda há a permanência de estirpes resistentes oriundas da pressão de seleção de seu uso na produção avícola (30). Alto nível de resistência à amoxicilina, ampicilina e/ou ceftriaxona foi observado nos quatro resistomas (Tabela 1). Os resultados desse estudo demonstraram baixa frequência (2/20-10%) de gene *bla*_{CTX-M}, corroborando com outros estudos que utilizaram amostras brasileiras (10,31), embora esse gene seja relatado com uma maior incidência de *Salmonella* em produtos avícolas (32,33). De acordo com outros autores, bactérias gram-negativas ESBL e hiperprodutoras de AmpC também apresentam resistência aos carbapenêmicos, como o meropenem, identificada em 20% (4/20) das nossas estirpes (34).

As estirpes deste estudo demonstraram co-resistência fenotípica a TET e SUL. Vários sorovares de *Salmonella*, incluindo o SH, podem possuir o gene *tetA*, assim como o complexo de genes *tetA* (35–37). As tetraciclinas entram nas células por difusão e impedem reversivelmente a síntese proteica (38) enquanto as sulfonamidas não são capazes de inibir a enzima dihidropteroate sintase, codificada pelos genes de resistência *sul1* e *sul2* (39). A resistência concomitante a estes antibióticos tradicionais isolados de alimentos de origem animal também são reportados em outros estudos envolvendo este patógeno (40,41).

Todas as estirpes demonstraram perfil MDR, o que é um sério alerta para a saúde pública, já reportado nos EUA (42) e no Brasil com resultados similares a diferentes classes de antibióticos, como penicilinas, cefalosporinas, quinolonas, estreptomicina, ácido nalidíxico, cefotaxima, cefoxitina, ceftiofur e tetraciclinas (7,10).

Tabela 2. Distribuição de MIC e índice de resistência de SH

[antibiótico] (mg/L)	AMP	AMO	TET	COL	CFT	MER	CIP	SMX*	[antibiótico] (mg/L) *
<0.5	1	-	-	-	-	4	18	-	<16
0.5	-	-	-	-	-	1	-	-	16
1	-	2	-	-	2	6	2	-	32
2	-	3	-	-	-	4	-	-	64
4	-	1	-	-	2	2	-	-	128
8	-	2	-	7	4	2	-	-	256
16	1	1	-	3	-	-	-	-	512
32	1	1	-	7	-	-	-	-	1024
64	3	10	4	1	3	1	-	1	2048
>64	15	-	16	2	9	-	-	19	>2048
Total de resistência R (%)	19 ^a (95.0)	12 ^{ac} (60.0)	20 ^a (100.0)	20 ^a (100.0)	18 ^a (90.0)	5 ^{bc} (25.0)	2 ^b (10.0)	20 ^a (100.0)	Total de resistência R (%)

Legenda: AMO - amoxicilina e ácido clavulânico; COL - colistina; CFT - ceftriaxona; CIP - ciprofloxacina; AMP – ampicilina; MER -meropenem; TET – tetraciclina; SMX -sulfametoxazol; ____ (linha) – ponto de corte de acordo com CLSI, 2019; cinza escuro - cepas resistentes; cinza claro - linhagens com resistência intermediária; R (%) - índice de resistência. Letras diferentes na linha indicam uma diferença significativa (Teste de Fisher p <0,05). * Concentrações e resultados específicos para o teste de sulfametoxazol (SMX).

O uso indiscriminado de antimicrobianos é evidenciado pela identificação das cinco estirpes (25%) resistentes a sete medicamentos testados (P6 e P7), esse uso favorece a recombinação e a troca de genes ligados à resistência e expressão de bombas de efluxo (15). A emergência e disseminação no Brasil de SH demonstra sua microevolução e necessidade de medidas de controle (43). O perfil MDR no serovar SH está associado de modo geral a presença de genes de resistência adquiridos por recombinação, bombas de

efluxo e barreiras de permeabilidade, além de exposição a doses subletais como em metafilaxia (1).

A avaliação do dendograma obtido por meio do PFGE agrupou seis pulsotipos (I a VI) com similaridade superior a 80%. Não foram encontradas cepas isoladas em diferentes anos agrupadas no mesmo pulsotipo, do mesmo produtor (exceto pulsotipos II e V) e com o mesmo painel de genes (exceto pulsotipos III e IV). A exceção foi o pulsotipo IV, cujas cepas tinham todas as características epidemiológicas e moleculares comuns (Figura 1) que demonstra que a manutenção do micro-organismo em um mesmo ambiente pode ser ligada à contaminação cruzada (44).

O perfil de resistência antimicrobiana foi variável dentro de todos os pulsotipos, pois é uma característica fenotípica que depende diretamente da modulação da expressão de proteínas (45) mas que pode sofrer rápidas mudanças de acordo com as condições às quais estão expostas (46). Enfatizamos o padrão distinto apresentado pela cepa H08 (animal de 46 dias de idade, mais velho), caracterizada como a cepa mais filogenicamente distinta que não foi agrupada com qualquer resistência e apresentou a maior suscetibilidade fenotípica (P1 - Tabela 1) e que pode ser explicado pela idade mais avançada do frango, devido a uma possível diminuição na resistência bacteriana aos antimicrobianos durante o período de criação, quando o uso de antimicrobianos não é feito ou é reduzido (47), diferente nos frangos jovens, como a cepa H01.

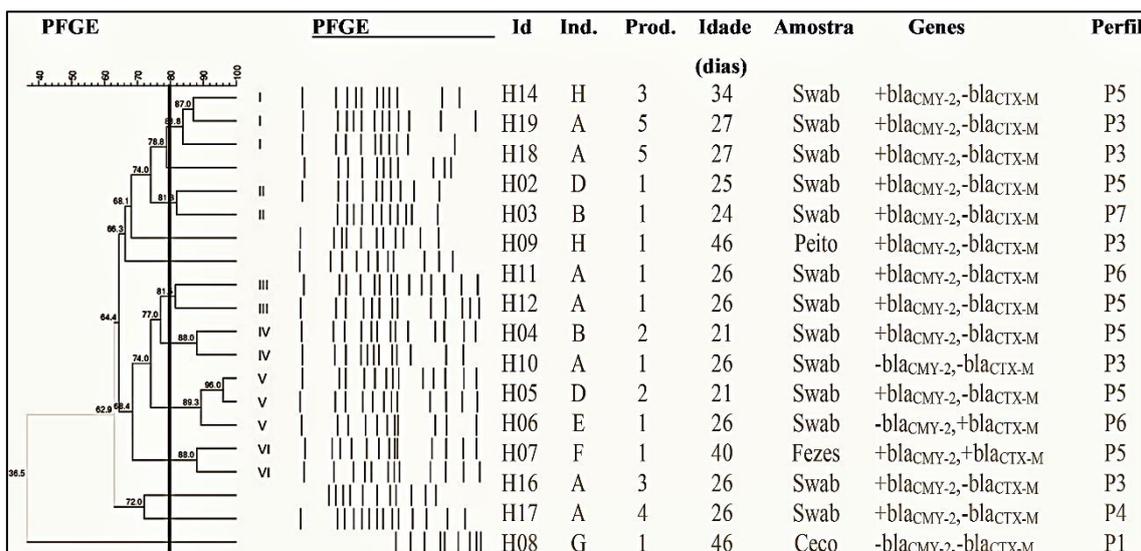


Figura 1. Dendrograma comparativo de 20 cepas SH, construído a partir de resultados de PFGE considerando o local de isolamento, data de coleta e a presença ou ausência de genes específicos e resistência antimicrobiana, usando o coeficiente de similaridade de dados com tolerância de 1,5% e o método UPGMA com otimização de 0,80%. I-VI: pulsotipos. Id: Identificação. Prod: Produtor. Ind: Indústria. Genes: somente genes com diferenças entre as cepas. Perfil: perfil de resistência antimicrobiana (P1-P7; Tabela 2).

CONCLUSÕES

No Brasil, ainda há pouco conhecimento a respeito da diversidade molecular e fenotípica de SH isolada dos produtos de origem avícola. Portanto, o presente estudo traz informações importantes de caracterização e distribuição de SH multirresistentes.

Além dos componentes genéticos que codificaram a resistência fenotípica à penicilinas, CET, FOX e MER, também foi observada a preocupante resistência aos medicamentos não-lactâmicos, que incluem TET, SMX e COL. Essa ocorrência é alarmante devido a capacidade de transmissão dessas bactérias para os seres humanos no final da cadeia alimentar. Diante disso, evidencia-se a necessidade de implantação de rígidos protocolos de monitoramento devido ao risco de persistência de estirpes MDR ao longo da cadeia alimentar.

REFERÊNCIAS

1. Deblais L, Lorentz B, Scaria J, Nagaraja K V., Nisar M, Lauer D, et al. Comparative genomic studies of salmonella heidelberg isolated from chicken- and Turkey-associated farm environmental samples. *Front Microbiol.* 2018 Aug;9(AUG).
2. Duarte SC. Epidemiologia dos principais sorotipos de Salmonella circulantes na avicultura brasileira. In: Simpósio – Salmonella: cenários e desafios. Porto Alegre; 2018.
3. Foley SL, Lynne AM. Food animal-associated Salmonella challenges: Pathogenicity and antimicrobial resistance1. *J Anim Sci.* 2008 Apr;86(suppl_14):E173–87.
4. Alzwghaibi AB, Yahyaraeyat R, Fasaei BN, Langeroudi AG, Salehi TZ. Rapid molecular identification and differentiation of common Salmonella serovars isolated from poultry, domestic animals and foodstuff using multiplex PCR assay. *Arch Microbiol.* 2018 Sep;200(7):1009–16.
5. Parisi A, Crump JA, Glass K, Howden BP, Furuya-Kanamori L, Vilkins S, et al. Health Outcomes from Multidrug-Resistant Salmonella Infections in High-Income Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Foodborne Pathog Dis.* 2018 Jul 1;15(7):428–36.
6. Nakao JH, Talkington D, Bopp CA, Besser J, Sanchez ML, Guarisco J, et al. Unusually high illness severity and short incubation periods in two foodborne outbreaks of Salmonella Heidelberg infections with potential coincident Staphylococcus aureus intoxication. *Epidemiol Infect.* 2018 Jan;146(1):19–27.
7. Monte DF, Lincopan N, Berman H, Cerdeira L, Keelara S, Thakur S, et al. Genomic Features of High-Priority Salmonella enterica Serovars Circulating in the Food Production Chain, Brazil, 2000–2016. *Sci Rep.* 2019;9(1):1–12.
8. Mthembu TP, Zishiri OT, El Zowalaty ME. Genomic characterization of antimicrobial resistance in food chain and livestock-associated salmonella species. *Animals.* 2021;11(3):1–16.
9. das Neves GB, Pick E, Giuriatti J, Araujo DN, Stefani LM. *Annals of Medicine and Medical Research.* 2020;3:1–5.
10. Souza AIS, Saraiva MMS, Casas MRT, Oliveira GM, Cardozo M V., Benevides VP, et al. High occurrence of β -lactamase-producing Salmonella Heidelberg from poultry origin. *PLoS ONE [Internet].* 2020;15(3):1–11. Disponível em:

- <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0230676>
11. Rodrigues GL, Panzenhagen P, Ferrari RG, dos Santos A, Paschoalin VMF, Conte-Junior CA. Frequency of Antimicrobial Resistance Genes in Salmonella From Brazil by in silico Whole-Genome Sequencing Analysis: An Overview of the Last Four Decades. *Front Microbiol.* 2020;11(August):1–13.
 12. Werlang GO, Paim DS, Vieira TR, Pissetti C, Kich JD, Cardoso M. Detection of Salmonella Heidelberg resistant to colistin in the intestinal content of pigs at slaughter [Internet]. Foz do Iguaçu; 2018 [acesso em 25 out 2021]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165883/1/final8693.pdf>
 13. Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA. Relatório Anual 2020. 2020.
 14. Brasil. Ministério da Agricultura P e A– M. Instrução Normativa nº 20 de 21 de Outubro de 2016. Brazil; 2016.
 15. Mouttotou N, Ahmad S, Kamran Z, Koutoulis KC. Prevalence, Risks and Antibiotic Resistance of Salmonella in Poultry Production Chain. *Current Topics in Salmonella and Salmonellosis.* InTech; 2017.
 16. Webber B, Borges KA, Furian TQ, Rizzo NN, Tondo EC, Dos Santos LR, et al. Detection of virulence genes in salmonella heidelberg isolated from chicken carcasses. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo.* 2019;61.
 17. ISO 2002. Microbiology of food and animal feeding stuffs: horizontal method for the detection of Salmonella spp. International Organization for Standardization ISO 6579:2002, Switzerland. 2002;20p.
 18. Clinical and Laboratory Standards Institute - CLSI 2019. M100 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing [Internet]. Vol. 8, Journal of Services Marketing. 2019. 27–39 p. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/08876049410065598>
 19. Monstein HJ, Östholm-Balkhed Å, Nilsson M V., Nilsson M, Dornbusch K, Nilsson LE. Multiplex PCR amplification assay for the detection of blaSHV, blaTEM and blaCTX-M genes in Enterobacteriaceae. *Apmis.* 2007;115(12):1400–8.
 20. Chen S, Zhao S, White DG, Schroeder CM, Lu R, Yang H, et al. Characterization of Multiple-Antimicrobial-Resistant Salmonella Serovars Isolated from Retail Meats. *Appl Environ Microbiol.* 2004 Jan;70(1):1–7.
 21. Cattoir V, Weill F-X, Poirel L, Fabre L, Soussy C-J, Nordmann P. Prevalence of qnr genes in Salmonella in France. *J Antimicrob Chemother.* 2007 Apr;59(4):751–4.
 22. Cattoir V, Weill FX, Poirel L, Fabre L, Soussy CJ, Nordmann P. Prevalence of qnr genes in Salmonella in France. *J Antimicrob Chemother.* 2007 Apr;59(4):751–4.
 23. Liu YY, Wang Y, Walsh TR, Yi LX, Zhang R, Spencer J, et al. Emergence of plasmid-mediated colistin resistance mechanism MCR-1 in animals and human beings in China: A microbiological and molecular biological study. *Lancet Infect Dis.* 2016 Feb 1;16(2):161–8.
 24. CDC. Standard Operating Procedure for PulseNet PFGE of Escherichia coli O157:

- H7, *Escherichia coli* non-O157 (STEC), *Salmonella* serotypes, *Shigella sonnei* and *Shigella flexneri*. 2017;157:1–16.
25. CDC. Standard Operating Procedure for PulseNet PFGE of *Escherichia coli* O157: H7, *Escherichia coli* non-O157 (STEC), *Salmonella* serotypes, *Shigella sonnei* and *Shigella flexneri*. 2017;157(PNL05):1–16.
 26. Aravena C, Valencia B, Villegas A, Ortega M, Fernández A, Araya P, et al. Caracterización de cepas clínicas y ambientales de *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Heidelberg aisladas en Chile Characterization of *Salmonella Heidelberg* strains isolated in Chile. Vol. 147, *Rev Med Chile*. 2019.
 27. de Lastours V, Goulenok T, Guérin F, Jacquier H, Eyma C, Chau F, et al. Ceftriaxone promotes the emergence of AmpC-overproducing Enterobacteriaceae in gut microbiota from hospitalized patients. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* [Internet]. 2018 Mar 10;37(3):417–21. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10096-018-3186-x>
 28. Qiao J, Zhang Q, Alali WQ, Wang J, Meng L, Xiao Y, et al. Characterization of extended-spectrum β -lactamases (ESBLs)-producing *Salmonella* in retail raw chicken carcasses. *Int J Food Microbiol* [Internet]. 2017 May;248:72–81. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160517300776>
 29. Jeon HY, Seo KW, Kim Y Bin, Kim DK, Kim SW, Lee YJ. Characteristics of third-generation cephalosporin-resistant *Salmonella* from retail chicken meat produced by integrated broiler operations. *Poult Sci* [Internet]. 2019 Apr;98(4):1766–74. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0032579119301063>
 30. BRASIL M. Instrução Normativa Nº 45, De 22 De Novembro De 2016. *Dou* [Internet]. 2016;4. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2016/038/resultado/ren2016745.pdf>
 31. van den Berg RR, Dissel S, Rapallini MLBA, van der Weijden CC, Wit B, Heymans R. Characterization and whole genome sequencing of closely related multidrug-resistant *Salmonella enterica* serovar Heidelberg isolates from imported poultry meat in the Netherlands. *PLoS ONE*. 2019;14(7):1–20.
 32. Moura Q, Silva DA. *Epidemiologia Molecular Das Salmonelas De Sete Estados Brasileiros* [Dissertação]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados 2012.
 33. Perin AP, Martins BTF, Barreiros MAB, Yamatogi RS, Nero LA, dos Santos Bersot L. Occurrence, quantification, pulse types, and antimicrobial susceptibility of *Salmonella* sp. isolated from chicken meat in the state of Paraná, Brazil. *Braz J Microbiol*. 2020;51(1):335–45.
 34. Andrade L, Darini A. Bacilos gram-negativos produtores de beta-lactamases: que bla bla bla é esse? *J Infect Control*. 2017;6(1):16–25.
 35. Michael GB, Butaye P, Cloeckert A, Schwarz S. Genes and mutations conferring antimicrobial resistance in *Salmonella*: an update. Vol. 8, *Microb Infect*. 2006. p. 1898–914.

36. Delgado-Suárez EJ, Ortíz-López R, Gebreyes WA, Allard MW, Barona-Gómez F, Rubio-Lozano MS. Genomic surveillance links livestock production with the emergence and spread of multi-drug resistant non-typhoidal Salmonella in Mexico. *J Microbiol.* 2019 Apr;57(4):271–80.
37. Keefer AB, Xiaoli L, M'ikanatha NM, Yao K, Hoffmann M, Dudley EG. Retrospective whole-genome sequencing analysis distinguished PFGE and drug-resistance-matched retail meat and clinical Salmonella isolates. *Microbiology* [Internet]. 2019 Mar 1;165(3):270–86. Disponível em: <https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/micro/10.1099/mic.0.000768>
38. Luiz Rachid Trabulsi, Igor Mimica LM. Características dos principais grupos de antibacterianos: espectro de ação e indicações. Trabulsi; Alterthum, editor. *Microbiologia*. 5ed ed. São Paulo: Atheneu; 2008. p. 87–91.
39. Lynne AM, Rhodes-Clark BS, Bliven K, Zhao S, Foley SL. Antimicrobial Resistance Genes Associated with Salmonella enterica Serovar Newport Isolates from Food Animals. *Antimicrob Agents Chemother.* 2008 Jan;52(1):353–6.
40. Clemente L, Manageiro V, Ferreira E, Jones-Dias D, Correia I, Themudo P, et al. Occurrence of extended-spectrum β -lactamases among isolates of Salmonella enterica subsp. enterica from food-producing animals and food products, in Portugal. *Int J Food Microbiol.* 2013;167(2):221–8.
41. Vélez DC, Rodríguez V, García NV. Phenotypic and Genotypic Antibiotic Resistance of Salmonella from Chicken Carcasses Marketed at Ibagué, Colombia. *Rev Bras Cienc Avic* [Internet]. 2017 Jun;19(2):347–54. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2017000200347&lng=en&tlng=en
42. Nakao JH, Talkington D, Bopp CA, Besser J, Sanchez ML, Guarisco J, et al. Unusually high illness severity and short incubation periods in two foodborne outbreaks of Salmonella Heidelberg infections with potential coincident Staphylococcus aureus intoxication. *Epidemiol Infect.* 2018 Jan 1;146(1):19–27.
43. Voss-Rech D, Kramer B, Silva VS, Rebelatto R, Abreu PG, Coldebella A, et al. Longitudinal study reveals persistent environmental Salmonella Heidelberg in Brazilian broiler farms. *Vet Microbiol.* 2019 Jun 1;233:118–23.
44. Melo RT, Resende AR, Mendonça EP, Nalevaiko PC, Monteiro GP, Buiatte ABG, et al. Salmonella Minnesota de origem avícola apresenta fatores de virulência e risco potencial aos humanos. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2020 Aug;72(4):1353–62.
45. Etter AJ, West AM, Burnett JL, Wu ST, Veenhuizen DR, Ogas RA, et al. Salmonella enterica subsp. enterica serovar Heidelberg food isolates associated with a salmonellosis outbreak have enhanced stress tolerance capabilities. *Appl Environ Microbiol.* 2019 Aug 1;85(16).
46. Bhardwaj DK, Taneja NK, DP S, Chakotiya A, Patel P, Taneja P, et al. Phenotypic and genotypic characterization of biofilm forming, antimicrobial resistant, pathogenic Escherichia coli isolated from Indian dairy and meat products. *Int J Food Microbiol.* 2021 Jan;336:108899.

47. Moreno MA, García-Soto S, Hernández M, Bárcena C, Rodríguez-Lázaro D, Ugarte-Ruíz M, et al. Day-old chicks are a source of antimicrobial resistant bacteria for laying hen farms. *Vet Microbiol* [Internet]. 2019;230(February):221–7. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2019.02.007>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-8>

Capítulo 8

MICROENCAPSULAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM ALIMENTOS: DESAFIOS E POTENCIALIDADES

Jeferson Silva Cunha¹; Ana Flávia Coelho Pacheco²; Flaviana Coelho Pacheco³; Paulo Henrique Costa Paiva⁴; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior⁵

¹Estudante do Curso de Mestrado em Ciência de Alimentos – CCE – UFV, E-mail: jeferson.cunha@ufv.br; ²Estudante do Curso de Doutorado em Ciência de Alimentos – CCE – UFV, E-mail: ana.f.pacheco@ufv.br; ³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCE – UFV, E-mail: flaviana.pacheco@ufv.br; ⁴ Docente/pesquisador do Instituto de Laticínios Cândido Tostes – EPAMIG, E-mail: paulohcp@epamig.br; ⁵Docente/pesquisador do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – CCE – UFV, E-mail: bruno.leitejr@ufv.br

Resumo: A busca por uma alimentação mais saudável tem impulsionado a indústria de alimentos a desenvolver estratégias para atender os anseios dos consumidores. Neste sentido, a oferta de alimentos que contenham compostos bioativos torna-se interessante e proporciona maior saudabilidade na dieta dos indivíduos. No entanto, esses compostos precisam ser entregues de forma segura, estável e eficaz, sendo necessário a utilização de tecnologias para garantir sua preservação, estabilidade e bioacessibilidade quando consumidos. Sendo assim, a microencapsulação apresenta-se como uma ferramenta capaz de contornar essas limitações, e tem sido uma técnica bastante promissora em vários segmentos, incluindo a indústria alimentícia. A microencapsulação é um método capaz de fornecer proteção a diferentes compostos bioativos, que incluem prebióticos e probióticos, e algumas substâncias antioxidantes como compostos fenólicos, antocianinas, vitaminas, flavonoides, dentre outros. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão apresentando a microencapsulação como estratégia para aumentar a estabilidade e bioacessibilidade de compostos bioativos nos alimentos, além de discorrer sobre os desafios e as potencialidades desta tecnologia.

Palavras-chave: compostos bioativos; microencapsulação; estabilidade; bioacessibilidade

INTRODUÇÃO

O aumento populacional, cuja estimativa chegará a 9,7 bilhões em 2050, aliado a necessidade do desenvolvimento de alimentos com melhores qualidades nutricionais tem impulsionado o desenvolvimento de novas estratégias na indústria de alimentos (1). Por exemplo, em termos globais, mais de dois bilhões de habitantes são deficientes em micronutrientes, sendo as regiões mais pobres as mais afetadas. Neste contexto, abordagens atraentes para combater a deficiência de micronutrientes incluem uma integração direcionada de nutrientes diretamente nos alimentos (fortificação) e o aumento da concentração dos compostos ativos em culturas comestíveis (biofortificação) (2).

A possibilidade de produzir alimentos com adição de ingredientes naturais que possam trazer benefícios à saúde dos consumidores tem atraído a atenção dos pesquisadores nos últimos anos. No entanto, a instabilidade dos compostos bioativos durante o processamento e armazenamento dos alimentos, como temperatura, variações de pH, oxigênio, luz e alguns íons, reduzem seu potencial funcional e limitam sua produção.

Neste sentido, o uso de compostos bioativos encapsulados (CBE) em alimentos é uma tendência e favorece a expansão de alimentos funcionais (3). A aplicação da microencapsulação visa à proteção e transporte de compostos bioativos, que por sua vez são constituintes que exibem potente atividade biológica e podem estar naturalmente presentes em pequenas quantidades nos alimentos de origem animal e vegetal (4). Os estudos vêm demonstrando a eficácia da microencapsulação de compostos bioativos proporcionando uma maior estabilidade destes compostos às condições ambientais (5).

Desta forma, essa revisão tem como objetivo demonstrar o potencial da aplicação de microencapsulação de compostos bioativos de modo a melhorar a estabilidade e bioacessibilidade destes compostos obtidos de fontes animais e vegetais para inserção em matrizes alimentares, bem como discorrer sobre as potencialidades e desafios desta tecnologia.

COMPOSTOS BIOATIVOS E SUAS FONTES

Os compostos bioativos (CBs) têm a capacidade de interagir com um ou mais componentes do tecido vivo, fornecendo uma ampla gama de efeitos potenciais e são derivados de plantas, animais ou outras fontes, como microrganismos, que são geralmente considerados seguros (GRAS) (6).

Os compostos bioativos presentes nos alimentos podem agir de diferentes formas, tanto no que se refere aos alvos fisiológicos, como aos seus mecanismos de ação (7). Eles apresentam potencial para agir como antioxidantes, anti-hipertensivos, antidiabéticos, entre outras atividades biológicas.

Os CBs são elementos importantes como, por exemplo, vitaminas e fitoquímicos, que podem estar naturalmente presentes em certos alimentos (6). A Tabela 1 apresenta alguns resíduos de origem vegetal que são usados para extração de compostos bioativos.

Tabela 1 - Fontes de origem vegetal utilizadas para extração de compostos bioativos.

Resíduos de origem vegetal	Compostos bioativos	Referências
Bagaço de uva	Ácido fenólicos, flavonóides, antocianinas, taninos e estilbenos	(8)
Resíduo de bolo de prensagem de ameixa	Ácidos fenólicos, vitamina C, antocianinas e flavonóides	(9)

Folhas de repolho	Ácidos fenólicos	(10)
Casca de tomate e sementes	Carotenoides, ácidos fenólicos e flavonóides	(11)
Coentro	Vitamina A e C	(12)

Como observado anteriormente, os compostos bioativos abrangem grande número de compostos químicos com estruturas variadas, dentre os quais pode-se citar: carotenoides, flavonoides e ácidos fenólicos (13). Contudo, CBs de origem animal também já foram descritos na literatura. A Tabela 2 apresenta fontes de origem animal que podem ser usadas para extração dessas substâncias.

Tabela 2 - Fontes de origem animal utilizadas para extração de compostos bioativos.

Fonte de origem animal	Compostos bioativos	Referência
Peixes de água fria	Ômega-3 (ácido α -linoleico conjugado)	(13)
Iogurte/Leites fermentados	Culturas bacterianas (probióticos)	(13)
Soro de leite	Peptídeos bioativos	(14)

As substâncias ou CBs têm ação funcional capazes de proporcionar benefícios à saúde. Como exemplo pode-se citar os compostos fenólicos, ácidos graxos e aminoácidos essenciais, peptídeos bioativos, prebióticos, probióticos, entre outros. Esses compostos exercem várias ações do ponto de vista biológico, tais como: atividade antioxidante, modulação de enzimas de detoxificação, estimulação do sistema imune, redução da agregação plaquetária, além de atividade antibacteriana e antiviral (15).

MICROENCAPSULAÇÃO DE INGREDIENTES BIOATIVOS EM ALIMENTOS

A aplicação de ingredientes bioativos em alimentos e a produção de formulações de alimentos funcionais e suplementos nutracênicos são influenciados por desafios como instabilidade físico-química, perda de atividade biológica, baixa solubilidade e características sensoriais desfavoráveis do produto final (16). Além disso, a perecibilidade e a baixa vida útil dos alimentos fortificados, bem como os desafios de armazenamento, transporte e embalagem estão entre os problemas que aumentam a necessidade de estabilização desses compostos em formulações alimentícias (17).

Uma das principais técnicas para superar esses desafios é a microencapsulação de compostos bioativos, dispersos ou aprisionados em uma matriz de diferentes portadores (18). Biopolímeros como alginato, gelatina, proteína de soro de leite, amido, quitosana e pectina têm sido usados para desenvolver filmes biodegradáveis que podem ser usados como veículos para o transporte de CB (19). O material encapsulado é chamado de

recheio ou núcleo e o material que forma a cápsula chama-se de encapsulante, cobertura ou parede (20).

O microencapsulamento pode ser realizado através de uma variedade de métodos, incluindo secagem por pulverização/atomização, secagem por congelamento, revestimento em leito fluidizado, coacervação, aprisionamento de lipossomas, co-cristalização, nanoemulsão, polimerização interfacial, inclusão molecular, dentre outros (23).

Na indústria de alimentos, o microencapsulamento é frequentemente usado para diminuir a taxa de transferência do material do núcleo para o ambiente externo, para controlar a liberação dos materiais do núcleo e/ou promover um manuseio mais fácil (21).

Embora vários tipos de agentes encapsulantes possam ser usados nos processos de encapsulamento, algumas características devem ser observadas antes de fazer uma escolha, incluindo sua afinidade com o material do núcleo, capacidade de formar filmes, biodegradabilidade, resistência ao processamento e ao trato gastrointestinal, viscosidade, teor de sólidos, higroscopicidade, custo, bem como a compatibilidade com a técnica de encapsulamento empregada (22). Desta forma, essa estratégia pode ser aplicada, para proteção de compostos bioativos, como por exemplo as antocianinas, durante o processamento e armazenamento do produto, bem como durante o processo de digestão para controlar a liberação do componente em locais pretendidos, onde sua absorção e / ou ação pode ocorrer (24). Neste sentido, vários biopolímeros vêm sendo usados como materiais de parede para microencapsular antocianinas, incluindo maltodextrina, goma arábica e proteínas (25).

Um estudo realizado por Dumitraşcu et al. (2021) mostraram que a microencapsulação das antocianinas de cereja da cornalina foi afetada tanto pelo material de revestimento quanto pela técnica de encapsulação. Os resultados evidenciaram que a utilização de concentrado de proteína de soja não aquecido combinado com maltodextrina como materiais de revestimento maximizou a eficiência de encapsulamento, quando o processo foi realizado por *spray-drying* (26).

Em outro estudo realizado por Zhu et al. (2021), a microencapsulação de vitaminas lipossolúveis (A, D e E) usando a clara de ovo e assistida por ultrassom favoreceu a formação de microcápsulas estáveis. Observou-se que a alta disponibilidade de grupos tiol livres na solução proteica foi crucial para estabilidade das microcápsulas com estruturas robustas. Os testes de estabilidade térmica e funcionalidade dos nutrientes demonstraram que as microcápsulas podem ser incorporadas em produtos alimentícios, mantendo a funcionalidade destes componentes (27).

Para compostos bioativos de origem animal como ômega-3, a literatura dispõe de vários estudos realizados para analisar a eficiência dos materiais de parede, bem como verificar a eficácia das técnicas de encapsulamento. Em um trabalho desenvolvido por Zhang et al. (2020) foi provado que o leiteiro apresenta potencial como material de parede para encapsular o óleo de algas. O óleo de algas encapsulado com 100% leiteiro ou 50% de leiteiro misturado com 50% de maltodextrina teve boa eficiência de encapsulação e estabilidade a oxidação (28).

Segundo Almond Ab (2003), quando acontece o processo de microencapsulação ocorre a formação de partícula, onde um ingrediente ativo é coberto por uma fina camada de outro material, que possibilita o isolamento e a manutenção das características ideais de uma substância e, com isso, protege o ativo de meios adversos, estabilizando o produto e aumentando sua vida útil. (29). Dessa forma, corrobora-se que a microencapsulação de compostos bioativos se trata de uma técnica promissora na indústria de alimentos.

CONCLUSÕES

Para a aplicação otimizada de compostos bioativos microencapsulados em alimentos, existem muitos desafios que precisam ser analisados e contornados para que a microencapsulação seja, de fato, eficaz e viável. Um dos principais desafios é encontrar o método e material de parede mais adequados para criar a melhor proteção possível para o bioativo considerando custo, rendimento e qualidade. Esse desafio torna-se ainda mais acentuado em casos onde os materiais são restritos para aplicação nos produtos alimentícios, pois devem ser adequados ao consumo humano, isto é, não deve causar nenhum dano à saúde do consumidor. Para o material e método escolhidos, também deve ser considerada a viabilidade econômica da microencapsulação, ou seja, o custo estimado para aplicação em larga escala. Diante desses desafios e das possibilidades de investigação, a microencapsulação tem despertado o interesse científico e muitos estudos têm demonstrado o potencial da técnica para produção de alimentos funcionais com compostos bioativos estáveis e bioacessíveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES - Código Financiamento 001; à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto APQ-00388-21 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto (429033/2018-4) e pela bolsa de produtividade à B.R.C. Leite Júnior (306514/2020-6).

REFERÊNCIAS

1. United Nations, 2019. United Nations. Department of Economic and Social Affairs; Population Division. World Population Prospects 2019, UN: New York, NY, Highlights ISBN 978-92-1-148316-1, 2019.
2. World Health Organization (WHO). Micronutrient Deficiencies. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/nutrition/topics/vad/en/>
3. D.S. Tupuna-Yerovi, K. Paese, S.H. Flôres, S.S. Guterres, A. Rios. Addition of norbixin microcapsules obtained by spray drying in an isotonic tangerine soft drink as a natural dye. *J. of Food Sci. & Technol.* 2020; 57 (3): 1021-1031
4. Cozzolino, S.M.F. Biodisponibilidade de nutrientes. 3 ed. São Paulo: Manole; 2009.
5. S. Gomes, PV Finotelli, VF Sardela, HMG Pereira, RE Santelli, AS Freire, AG Torres. Microencapsulated Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) cake extract powder as an added-value functional food ingredient. *LWT.* 2019;116:108495.
6. A. Guaadaoui, S. Benaicha, N. Elmajdoub, M. Bellaoui, A. Hamal. What is a bioactive compound? A combined definition for a preliminary consensus. *Intern. J. of Nutrit. and Food Sci.* 2014;3(3):174-179
7. Bastos, D.M, Rogero, M. M., Arêas, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2009;53:5.
8. Montibeller, M. J., Monteiro, P. L., Tupuna-Yerovi, D. S., Rios, A. D., Manfroi, V. Stability assessment of anthocyanins obtained from skin grape applied in kefir

- and carbonated water as a natural colorant. *J. of Food Process and Preserv.* 2018;42(8). Article e13698
9. M. Sójka, K. Kołodziejczyk, J. Milala, M. Abadias, I. Viñas, S. Guyot, A. Baron. Composition and properties of the polyphenolic extracts obtained from industrial plum pomaces. *J. of Funct. Foods*, 2015;12:168-178.
 10. F. Kabir, W.W. Tow, Y. Hamauzu, S. Katayama, S. Tanaka, S. Nakamura. Antioxidant and cytoprotective activities of extracts prepared from fruit and vegetable wastes and by-products. *Food Chem.*, 2015;167:358-362.
 11. M.de los Á. Fernández, M. Espino, F.J.V. Gomez, M.F. Silva. Novel approaches mediated by tailor-made green solvents for the extraction of phenolic compounds from agro-food industrial by-products. *Food Chem.* 2018;239:671-678.
 12. LIMA, J. S. S.; NETO, F. B.; NEGREIROS, M. Z.; FREITAS, K. K. C.; JÚNIOR, A. P. B. Desempenho agroeconômico de coentro em função de espaçamentos e em dois cultivos, *Revista Ciência Agronômica*, 2007;38(4):407-413.
 13. PENNINGTON, J.A.T. Food composition databases for bioactive food components. *J. of Food Composition and Analysis*, Roma, 2002;15:419-434.
 14. Jing-Jiao Ma, Xue-Ying Mao, Qian Wang, Shu Yang, Dan Zhang, Shang-Wu Chen, Ying-Hui Li. Effect of spray drying and freeze drying on the immunomodulatory activity, bitter taste and hygroscopicity of hydrolysate derived from whey protein concentrate. *LWT - Food Sci. and Technol.* 2014;56(2):296-302.
 15. Siró I, Kápolna E, Kápolna B, Lugasi A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance: a review. *Appetite.* 2008;51(3):456-67.
 16. M. Rezvani, J. Hesari, S.H. Peighambaroust, M. Manconi, H. Hamishehkar. Development and characterization of nanostructured pharmacosomal mesophases: An innovative delivery system for bioactive peptides. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 2018;8(4):609-615.
 17. C. Arpagaus, A. Collenberg, D. Rützi, E. Assadpour, S.M. Jafari. Nano spray drying for encapsulation of pharmaceuticals. *Intern. J. of Pharma.*, 2018;546 (1-2):194-214.
 18. E. Assadpour, S.M. Jafari. Advances in spray-drying encapsulation of food bioactive ingredients: From microcapsules to nanocapsules. *Annual Review of Food Sci. and Technol*, 2019; 10 (1):103-131.
 19. M.T. Bazana, C.F. Codevilla, C.R. de Menezes. Nanoencapsulation of bioactive compounds: Challenges and perspectives. *Cur. Opin. in Food Sci.*, 2019; 26:47-56.
 20. Gibbs, S. Encapsulation in the food industry: a review. *Intern. J. of Food Sci. and Nutri.*, 1999;50(3):213-224.
 21. C. Tang, X. Li. Microencapsulation properties of the soy protein isolate and storage stability of the corresponding spray dried emulsions. *Food Research International*, 2013;52(1):419 - 428.
 22. Silva P. I., Stringheta, P. C., Teófilo, R.F., Oliveira, IRNRN. Otimização de parâmetros para microencapsulação por atomização de extratos de casca de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*) usando análise simultânea de respostas. *J. of Food Engineering*, 2013;117(4): 538 – 544.
 23. D. Mohite, R.B. Waghmare. Encapsulation techniques for delivery of bioactive compounds in milk and dairy products- A review. *J. of Dairy Research & Technol.*, 2020;3:1-9.

24. E. González, AM GómezCaravaca , B. Giménez , R. Cebrián , M. Maqueda , J. Parada , *et al.* Papel da maltodextrina e da inulina como agentes encapsulantes na proteção da oleuropeína durante a digestão gastrointestinal *in vitro*. *Food Chem.*, 2020; 310:125976.
25. A.C. Pereira Souza, P. Deyse Gurak, L. Damasceno Ferreira Marczak. Maltodextrina, pectina e isolado de proteína de soja como agentes carreadores na encapsulação de extrato rico em antocianinas do bagaço de jabuticaba. *Food and Bioprod. Process.*, 2017;102:186 – 194.
26. Dumitrascu, L; Stanciuc, N; Borda, D.; Neagu, C.; Enachi, E.; Barbu, V.; Aprodu, I. Microencapsulation of bioactive compounds from cornelian cherry fruits using different biopolymers with soy proteins. *Food Biosci.*, 2021;41:101032.
27. Zhu, H.; Mettu, S.; Cavalieri, F.; Ashokkuma, M. Ultrasonic microencapsulation of oil-soluble vitamins by hen egg white and green tea for fortification of food. *Food Chemistry*, 2021;353:129432.
28. Zhang, Y.; Pang, X.; Zhang, S.; Liu, L.; Ma, C.; Lu, J.; Lyu, J. Buttermilk as a wall material for microencapsulation of omega-3 oils by spray drying. *LWT – Food Science and Technology*, 127: 109320.
29. Almond, B. A., Hadba, A. R., Freeman, S. T., Cuevas, B. J., York, A. M., Detrisac, C. J., & Goldberg, E. P. Efficacy of mitoxantrone-loaded albumin microspheres for intratumoral chemotherapy of breast cancer. *Journal of Controlled Release*, 2003;91(1–2): 147–155.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-9>

Capítulo 9

APLICAÇÕES DE ENZIMAS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: REVISÃO

Ana Flávia Coelho Pacheco¹; Jeferson Silva Cunha²; Flaviana Coelho Pacheco³; Paulo Henrique Costa Paiva⁴; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior⁵

¹Estudante de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCE – UFV; E-mail: anaflaviacoelho93@gmail.com; ²Estudante do Curso de Mestrado em Ciência de Alimentos – CCE – UFV. E-mail: jeferson.cunha@ufv.br; ³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCE – UFV. E-mail: flaviana.pacheco@ufv.br, ⁴Professor/pesquisador do Instituto de Laticínios Cândido Tostes – EPAMIG. E-mail: paulohcp@epamig.br; ⁵Professor/pesquisador do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – CCE – UFV; E-mail: bruno.leitejr@ufv.br.

Resumo: Enzimas são catalisadores biológicos capazes de acelerar as reações químicas por meio da diminuição da energia de ativação. Diversas enzimas têm sido aplicadas em diferentes segmentos da indústria de alimentos, incluindo laticínios, panificação, sucos, refrigerantes, cervejas, carnes e pescados. Elas podem estar presentes naturalmente na matriz alimentar ou serem adicionadas com o objetivo de melhorar as propriedades técnico-funcionais, nutricionais e sensoriais de ingredientes e formulações. Por outro lado, a utilização de enzimas à nível industrial apresenta alguns desafios, principalmente quanto ao alto custo de produção, longo tempo de reação, baixo grau de hidrólise e rendimento limitado. Para superar estas limitações, a engenharia genética, imobilização de enzimas e uso de tecnologias não convencionais representam alternativas promissoras. Neste contexto, o objetivo do trabalho é apresentar uma revisão sobre as principais enzimas utilizadas na indústria de alimentos, suas potencialidades e as estratégias desenvolvidas para otimizar a aplicação no processamento de diversos produtos alimentícios.

Palavras-chaves: enzimas; imobilização; indústria de alimentos; tecnologias não convencionais

INTRODUÇÃO

As enzimas, catalisadores biológicos altamente específicos, são eficientes aceleradores de uma infinidade de reações bioquímicas (1). Elas aumentam a taxa de uma determinada reação química, diminuindo a energia de ativação, que é a energia necessária para converter os substratos em produtos. Na catálise, a enzima se liga ao substrato por meio do seu sítio ativo específico, formando um complexo enzima/substrato, seguido pela formação do produto. Cada enzima catalisa apenas uma reação específica ou um grupo de reações intimamente relacionadas (1;2).

Globalmente, a indústria de alimentos é um dos setores que apresentam as maiores demandas pela aplicação tecnológica de enzimas. Isso se deve a alta capacidade das

enzimas em modificar e melhorar as propriedades técnico-funcionais, nutricionais e sensoriais de ingredientes e formulações alimentícias (3). Além disso, as enzimas apresentam outras vantagens na produção e processamento de alimentos, visto que, diferente de catalisadores químicos (ácido/base), são altamente específicas e atuam sob condições brandas, além de não gerar resíduos e compostos tóxicos.

As enzimas podem estar presentes naturalmente nos alimentos, onde provocam efeitos desejáveis ou indesejáveis, e/ou podem também ser adicionadas intencionalmente para auxiliar no processamento.

De forma geral, a produção de quase todos os alimentos comerciais ou seus ingredientes incluem enzimas ou reações catalisadas por enzimas, as quais atuam em moléculas complexas e as convertem em moléculas mais simples, formando a base de suas aplicações no processamento de alimentos. Elas podem ser utilizadas em vários segmentos da produção de alimentos, incluindo: laticínios, panificação, bebidas alcoólicas e não alcoólicas, gorduras e óleos, carnes e pescados, além de alimentos funcionais (4).

Na indústria de laticínios, por exemplo, a lactase (ou β -galactosidade), é uma enzima usada para hidrolisar a lactose em dois monossacarídeos (glicose e galactose), sendo importante no processamento de lácteos delactosados para consumidores com intolerância ou outro tipo de restrição a este açúcar. Na indústria de processamento de frutas, as pectinases são usadas durante a extração de compostos de interesse ou estabilização de suco por meio da alteração da viscosidade do produto final. Na tecnologia de carnes, as proteases são utilizadas no amaciamento do produto. Já na indústria de panificação, algumas enzimas, incluindo proteases e amilases, são utilizadas para melhorar as propriedades da massa na fabricação de pães e bolos (3; 4).

Comercialmente, as enzimas podem ser obtidas de fontes vegetais, animais e a partir de microrganismos. A obtenção de enzimas microbianas tem sido considerada a melhor escolha devido a vantagens como ampla diversidade bioquímica, suscetibilidade à manipulação genética, alta produtividade e etapas de produção e purificação relativamente simples (2; 5; 6).

Apesar da importância e ampla aplicação de enzimas na indústria de alimentos, sua utilização em escala industrial apresenta alguns desafios quanto à otimização de variáveis tais como: consumo de energia, custo de produção, taxa de conversão substrato-produto, tempo de reação e rendimento (7). Para superar estas limitações, a engenharia genética, imobilização de enzimas e uso de tecnologias não convencionais (também chamadas de tecnologias emergentes) representam alternativas promissoras.

Desta forma, esta revisão tem como objetivo discutir sobre as características das principais enzimas e suas aplicações em variados segmentos da indústria de alimentos, além de suas potencialidades e as estratégias desenvolvidas para otimizar a aplicação no processamento de diversos produtos alimentícios.

ENZIMAS: ASPECTOS GERAIS

As enzimas são macromoléculas definidas como proteínas com a função biológica de catalisar reações bioquímicas, sendo essenciais na fisiologia e metabolismo dos seres vivos, incluindo bactérias, leveduras, fungos, plantas e animais (1). Esta atividade catalítica surge da presença de um sítio ativo específico em cada enzima, o qual é formado por uma sequência de aminoácidos dispostos na configuração de menor estado de energia, denominado estado nativo (2).

A reação bioquímica envolvendo determinada enzima ocorre por meio da interação do sítio catalítico com o substrato, formando um complexo enzima/substrato que, posteriormente, dissocia-se liberando o produto e a enzima. Esta permanece inalterada ao final da reação e, assim, pode reagir novamente (2; 8; 9).

A Tabela 1 mostra enzimas obtidas a partir de fontes vegetais, animais e de microrganismos.

Tabela 1: Enzimas utilizadas na indústria de alimentos e suas respectivas fontes.

Enzimas	Fontes
Origem vegetal	
α -amilase	Grãos de cereais
β -amilase	Batata doce
Bromelaína	Abacaxi
Papaína	Mamão
Origem animal	
Quimosina	Abomaso de vitelo
Lipases	Abomaso de vitelo
Lactoperoxidase	Colostro bovino
Lisozima	Clara do ovo de galinha
Origem microbiana	
α -amilase	<i>Aspergillus spp.</i> , <i>Bacillus spp.</i>
Amiloglucosidase	<i>Rhizopus spp.</i> , <i>Aspergillus niger</i>
Protease	<i>Bacillus spp.</i> , <i>Aspergillus niger</i>
Transglutaminase	<i>Streptovercillium mobaraense</i>
Xilanase	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Aspergillus niger</i>
Invertase	<i>Aspergillus niger</i> e <i>Bacillus subtilis</i>

Fonte: Adaptado (10).

As enzimas são classificadas principalmente em seis classes: oxidoredutases, transferases, hidrolases, liases, isomerases e ligases (Tabela 2).

Tabela 2: Principais classes de enzimas com base no tipo de reações que catalisam.

Classe	Tipo de reação catalisada
Oxirredutases	Catalisam as reações de oxirredução ou via transferência de elétrons.
Transferases	Transferem grupos funcionais, tais como amina, fosfato, acil, carboxil, entre moléculas.
Hidrolases	Catalisam as reações de hidrólise de ligações covalentes.
Liases	Adição de grupos a duplas ligações ou remoção de grupos deixando as duplas ligações.
Isomerases	Reações de interconversão entre isômeros ópticos ou geométricos.
Ligases	Condensação de duas moléculas, sempre às custas de energia, geralmente na forma de ATP.

Fonte: Adaptado (10).

Nos alimentos, as enzimas podem ser endógenas aos tecidos (frutas, leite, carne e produtos vegetais) ou serem adicionadas intencionalmente para desempenhar funções

catalíticas específicas e de interesse industrial. As endógenas podem promover mudanças desejáveis ou indesejáveis nos alimentos. Dentre as alterações indesejáveis, destacam-se o escurecimento, separação de fases e oxidação, que têm como consequência a redução na vida útil do produto. Portanto, em diversas situações a inativação enzimática é o alvo do processamento industrial de alimentos, especialmente para produtos à base de vegetais como frutas (2).

ENZIMAS NO PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

A ampla demanda e aplicação de enzimas na indústria de alimentos se dá pela sua capacidade de modificar e melhorar as propriedades técnico-funcionais, nutricionais e sensoriais de ingredientes e formulações. Geralmente, elas catalisam reações em condições mais brandas e, portanto, tem menor impacto nos componentes dos alimentos. Além disso, as enzimas são usadas como alternativa à tecnologia tradicional de base química, o que leva à economia de energia e geração de produtos biodegradáveis, resultando em menor impacto ambiental. A seguir, será descrito as diferentes áreas de aplicação de enzimas na indústria de alimentos.

1. INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Diversas enzimas têm sido utilizadas na produção de derivados lácteos como iogurtes, queijos, sorvetes, dentre outros, de modo a agregar valor ao leite ao aprimorar os seus atributos sensoriais, propriedades físico-químicas e qualidade nutricional.

Na fabricação de queijos, o coalho é uma mistura de proteases com função de coagulação do leite. Este coagulante hidrolisa a ligação peptídica entre os aminoácidos 105 – 106 (fenilalanina – metionina) da k-caseína, proteína que se encontra presente na superfície das micelas de caseína do leite, resultando na formação da coalhada (ou paracaseinato de cálcio) (11). O coalho pode ser obtido de várias fontes: animal, vegetal e microrganismos. Tradicionalmente, a sua origem é animal (por exemplo abomaso de bezerro), sendo composto pela mistura das enzimas quimosina e pepsina, onde a primeira é mais específica na ligação entre os aminoácidos 105 – 106 da k-caseína. A proporção entre estas enzimas no coalho pode variar, dependendo da idade do animal no momento do abate (4; 12; 13).

As proteases também têm diversas outras aplicações, como por exemplo na produção de peptídeos bioativos de interesse industrial a partir da hidrólise de proteínas lácteas. Tais peptídeos vêm ganhando cada vez mais notoriedade nos últimos anos e são assim denominados devido à suas propriedades biológicas como atividade antioxidante, antibacteriana, anti-hipertensiva, dentre outras (3; 14; 15). Diferentes proteases podem ser aplicadas no processo de hidrólise proteica, podendo-se destacar a pepsina, tripsina, bromelina e papaína, além de enzimas comerciais tais como alcalase®, neutrase®, protamex® e flavourzyme®.

As lipases podem ser obtidas também a partir de fontes animais, vegetais ou de microrganismos. São aplicadas na hidrólise total ou parcial de triacilgliceróis, formando diacilgliceróis, monoacilgliceróis, glicerol e ácidos graxos livres (3; 4; 16; 17), sendo amplamente usadas para maturação e, conseqüentemente, valorização do sabor e aroma de queijos. Entretanto, o excesso de lipólise em produtos lácteos pode resultar em odores indesejáveis, como de ranço (11; 12; 15; 16).

A lactase, também chamada de β -galactosidase, tem sido utilizada para a hidrólise da lactose, açúcar característico do leite, em dois monossacarídeos (glicose e galactose). Esta sua aplicação permite que pessoas com intolerância à lactose consumam leite e seus derivados, os chamados produtos delactosados, já que esta anomalia é devido à deficiência da enzima lactase no organismo, causando sintomas como cólica, gases e diarreia (3; 4; 12; 15).

A lactase pode ser usada em diversos produtos lácteos como sorvetes, doce de leite e iogurtes com o intuito de aprimorar a cremosidade, doçura, sabor e digestibilidade. No doce de leite, a sua adição pode ser utilizada também para diminuir a arenosidade devido à cristalização da lactose (3; 12; 13).

2. INDÚSTRIAS DE BEBIDAS ALCOÓLICAS E NÃO ALCOÓLICAS

As enzimas têm diversas funcionalidades nas indústrias de bebidas. Na indústria de sucos, as principais funções são: descascamento de frutas, clarificação, aumento da estabilidade, redução da viscosidade e da turbidez dos sucos. Neste caso, as principais enzimas utilizadas são a pectinase, celulase e amilase, sendo utilizadas isoladamente ou combinadas (12; 13).

Em frutas como maçã e pêsego, por exemplo, a pectinase que se encontra presente na parede celular favorece o amadurecimento, além da clarificação e redução da viscosidade dos sucos. A celulase atua na hidrólise da pectina solúvel, diminuindo a viscosidade. Já a amilase quebra o amido em glicose, reduzindo a turbidez de sucos de frutas (12; 18).

Nas indústrias de cerveja e vinho, as enzimas são extremamente importantes na clarificação e estabilidade do produto final. As principais enzimas utilizadas no processo cervejeiro são as amilases, proteases e α -acetato descarboxilase. Na produção de cervejas, a amilase hidrolisa o amido em maltose. As proteases aumentam a proteína solúvel e nitrogênio amino livre, melhorando o malte e favorecendo o crescimento do fermento (13).

Na produção de refrigerantes, as enzimas têm sido utilizadas para a redução do teor de açúcar. Dentre as principais, destaca-se a invertase. Esta enzima hidrolisa a molécula de sacarose liberando frutose e glicose, xarope denominado açúcar invertido, o que permite uma redução entre 5 e 15% de açúcar no produto final. Esta diminuição no teor de açúcar em refrigerantes permite não só uma economia na produção, mas também a obtenção de um produto com menos riscos à saúde (12; 13).

3. INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO

A indústria de panificação usa diferentes enzimas há centenas de anos para fabricar uma ampla gama de produtos de alta qualidade como pães e bolos. Estas podem ser adicionadas individualmente ou em misturas complexas, neste último caso, atuando de forma sinérgica na fabricação de produtos de panificação (11; 12).

As enzimas utilizadas na panificação são originadas de três fontes: as endógenas da farinha, as associadas à atividade metabólica dos microrganismos dominantes e as exógenas que são adicionadas à massa (11; 12; 13).

Uma das principais enzimas utilizadas na panificação é a amilase. As enzimas endógenas do trigo, como a α -amilase e β -amilase, degradam o amido modificando produzindo dextrinas e maltose. Isso fornece açúcares adicionais às leveduras para fermentação e afeta as propriedades reológicas dos alimentos (13).

As proteases mais utilizadas no setor de panificação são de fontes vegetais e de microrganismos. Estas enzimas catalisam a reação de hidrólise do glúten, mistura proteica (glutenina e gliardina) presente em vários grãos como o trigo. A hidrólise das proteínas do glúten por proteases visa a obtenção de uma massa consistente e viscosamente elástica, proporcionando, por exemplo, maior retenção de ar em bolos (3; 4; 11; 13).

De modo geral, as enzimas usadas como melhoradores da massa funcionam quebrando alguns componentes como amido, fibras, proteínas e/ou lipídios. A maioria dessas enzimas são produzidas por fermentação microbiana, seja bacteriana ou fúngica.

A glicose oxidase é uma enzima que pode fortalecer uma massa frouxa e pegajosa, causada pela ação excessiva da xilanase, melhorando a rede de glúten de uma farinha relativamente fraca, com baixa qualidade e/ou quantidade de glúten (11; 12; 13).

4. INDÚSTRIAS DE CARNES E PESCADOS

As enzimas usadas nas indústrias de carnes e pescados têm como objetivos melhorar a qualidade dos produtos quanto aos seus atributos sensoriais (sabor, odor, cor e textura) e aumentar o valor agregado dos subprodutos. As proteases e lipases, assim como a transglutaminase, são exemplos de enzimas aplicadas nas indústrias de processamento de carnes e peixes (3; 4; 12; 13; 19).

As proteases (papaína e bromelaína) desempenham um papel importante na formação de sabor e amolecimento, sendo a maciez um parâmetro sensorial desejável para aumento da aceitação de produtos cárneos. Assim como no leite, as proteases podem ser usadas para a produção de peptídeos bioativos de modo a melhorar a qualidade biológica de carnes e peixes. Estes peptídeos podem ser obtidos também a partir subprodutos e resíduos de animais (3; 4; 12; 13; 19).

As lipases hidrolisam, principalmente, os triacilgliceróis para formar ácidos graxos livres, compostos fundamentais para proporcionar o sabor desejável em carnes. Entretanto, excesso de reações lipolíticas também podem causar sabor de ranço em produtos cárneos (12; 13; 19).

Já a transglutaminase pode ser usada para melhorar a textura, coesão e vida útil de salsichas, carne moída, presunto e peixes. Esta enzima é responsável pelas ligações cruzadas estáveis entre as moléculas de proteínas, logo, atuando como um agente de ligação (4; 13).

ESTRATÉGIAS PARA OTIMIZAR AS APLICAÇÕES DE ENZIMAS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

As enzimas têm sido utilizadas por décadas pelas indústrias de alimentos para modificar e melhorar as propriedades funcionais, nutricionais e sensoriais de ingredientes e produtos. Logo, encontram ampla aplicação na produção dos mais diversificados gêneros alimentícios. No entanto, apesar da importância e versatilidade das diversas enzimas, sua aplicabilidade em escala industrial apresenta algumas desvantagens como o alto custo, a baixa taxa de conversão substrato-produto, longo tempo de reação e alto consumo de energia, conseqüentemente limitando o rendimento (7). Assim, estratégias tecnológicas emergentes como a engenharia genética, imobilização de enzimas e uso de tecnologias não convencionais são linhas promissoras de pesquisa e inovação na área de enzimologia aplicada à indústria de alimentos.

A engenharia genética possibilitou a comercialização de enzimas que antes não podiam ser produzidas. Com o avanço científico, atualmente pode-se obter enzimas “sob medida”, exibindo novas atividades adaptadas às condições de processo, o que permite

uma expansão adicional do seu uso industrial. O resultado disso é uma indústria de alimentos altamente diversificada, competitiva e com grande potencial de crescimento em termos de tamanho, variabilidade e complexidade. Hoje, diversos microrganismos como bactérias e fungos são investigados e utilizados na produção comercial de uma infinidade de enzimas. Por meio da engenharia genética é possível selecionar e modificar cepas de microrganismos para ampliar a eficiência na produção de enzimas específicas.

As tecnologias genéticas não apenas melhoraram a eficiência com a qual as enzimas podem ser produzidas, mas aumentaram sua disponibilidade, reduzindo seus custos e melhorando sua qualidade. Além disso, é possível gerar novas enzimas com estruturas químicas modificadas que conferem novas propriedades desejadas, como por exemplo melhor atividade ou estabilidade térmica.

Outra tecnologia promissora é a imobilização de enzimas, que aprimora características como atividade catalítica, seletividade, especificidade e estabilidade em relação a faixas mais amplas de pH, temperaturas e solventes, bem como a sua capacidade de reutilização. As enzimas imobilizadas têm usos versáteis na indústria de alimentos, incluindo a produção de lácteos delactosados (por lactase imobilizada), clarificação de sucos de frutas (por pectinase imobilizada), desenvolvimento de sabor e aroma no processamento de cacau (por lipase imobilizada) e produção de xarope de milho com alto teor de frutose (por isomerase imobilizada) (20).

Por fim, o uso de tecnologias não convencionais como alta pressão hidrostática, homogeneização de alta pressão, micro-ondas e ultrassom têm sido estudadas para alterar a estrutura de enzimas e assim otimizar o seu desempenho catalítico e estabilidade (21; 22; 23).

CONCLUSÕES

É notório que a utilização de enzimas nos diversos segmentos da indústria de alimentos leva à obtenção de produtos com melhores propriedades técnico-funcionais, nutricionais e sensoriais.

Na indústria de laticínios, enzimas proteolíticas do coalho são essenciais na coagulação do leite para produção de queijos. A lactase é extremamente importante na hidrólise da lactose para produção de lácteos delactosados ou “zero lactose”, que são produtos destinados à um nicho específico de mercado. Enquanto as lipases são responsáveis pelo desenvolvimento de sabor e aroma em queijos como o parmesão devido à liberação de ácidos graxos livres via hidrólise dos triacilgliceróis.

No segmento de bebidas (alcoólicas ou não alcoólicas), as enzimas estão envolvidas em diversas etapas do processamento, como no descascamento de frutas para sucos, clarificação e fermentação (no caso de bebidas alcoólicas como a cerveja), sendo fundamentais para a estabilidade e qualidade do produto final.

Na indústria de carnes, as enzimas (principalmente proteases) desenvolvem um papel importante no amaciamento, o que leva a mudanças benéficas no aspecto global, sabor e textura dos produtos. O uso das enzimas agrega valor a certos tipos de carnes que geralmente não são tão valorizadas devido às suas características originais.

Já as indústrias de panificação utilizam enzimas para melhorar as propriedades da massa durante a fabricação de pães e bolos, obtendo-se produtos com propriedades reológicas (consistência, textura e capacidade de retenção de ar) desejadas.

Essa diversidade de uso das enzimas realçam o seu recorrente papel industrial visando adequar a produção de diversos alimentos, o que corrobora com a importância

do desenvolvimento de pesquisas científicas na área de enzimologia aplicada à tecnologia de alimentos. Apesar dos esforços, torna-se imperioso mais estudos, principalmente nas linhas de engenharia genética, imobilização de enzimas e tecnologias não convencionais para otimização da aplicação enzimática nos mais variados setores industriais alimentícios.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES - Código Financiamento 001; à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto APQ-00388-21 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto (429033/2018-4) e pela bolsa de produtividade à B.R.C. Leite Júnior (306514/2020-6).

REFERÊNCIAS

1. Wang D, Yan L, Ma X, Wang W, Zou M, Zhong J, Ding T, Ye X, Liu D. Ultrasound promotes enzymatic reactions by acting on different targets: Enzymes, substrates and enzymatic reaction systems. *Int J Biol Macromol.* 2018;119:453-461.
2. Leite Júnior BR de C, Tribst AAL, Cristianini M. Effect of High-Pressure Technologies on Enzymes Applied in Food Processing. *Enzyme Inhibitors and Activators.* 1ªed: InTech;2017;9:49-72.
3. Garg G, Sehrawat N, Yadav M. Role of Enzymes in Food Industries *Frontiers in Food Biotechnology.* In: Sharma C, Sharma A K, Aneja K R. *Frontiers in Food Biotechnology*, 1ªed. New York: Nova Publishers; 2016:cap.9,219-252.
4. Zhang Y, He S, Simpson BK. Enzymes in food bioprocessing — novel food enzymes, applications, and related techniques. *Curr Opin Food Sci.* 2018;19:30-35.
5. Rana N, Walia A, Gaur A. α -Amylases from Microbial Sources and Its Potential Applications in Various Industries. *Natl Acad Sci Lett.* 2013;36:9-17.
6. Anbu P, Gopinath SB, Chaulagain BP, Tang TH, Citartan M. Microbial Enzymes and their applications in industries and medicine. *Res Int.*2015;15:1-3.
7. Xu B, Yuan J, Lin W, Lu F, Wei B, Azam RS, Ren X, Zhou C, Ma H, Bhandari B. Effect of multi-frequency power ultrasound (MFPU) treatment on enzyme hydrolysis of casein. *Ultrason Sonochem.* 2020;63:e104930.
8. Blanco A, Blanco G. Enzymes. *Medical Biochemistry.* 1ª ed. London: Academic Press. 2017:53–175.
9. Doble M, Kruthiventi AK, Gaikar VG. Enzyme: Structure and Functions. In: Doble M, Kruthiventi A K, Gaikar V G. *Biotransformation and Bioprocesses.*

- New York: Marcel Dekker. 2004.
10. Galanakis CM. *Nutraceutical and Functional Food Components (Second Edition)*. Academic Press. 2022.
 11. Jacob M, Jaros D, Rohm H. Recent advances in milk clotting enzymes. *Int J Dairy Technol*. 2011;64:14–33.
 12. Ozatay S. Recent Applications of Enzymes in Food Industry. *J. Curr Res Eng Sci Technol*. 2020;6:17-30.
 13. Chaudhary S, Sagar S, Kumar M, Sengar RS, Tomar A. The Use of Enzymes in Food Processing: A Review. *S Asian J Food Technol Environ*. 2015;1:190-210.
 14. Karami Z, Akbari-Adergani B. Bioactive food derived peptides: a review on correlation between structure of bioactive peptides and their functional properties. *J Food Sci Technol*. 2019;56:535–547.
 15. Martinez-Villaluenga C, Peñas E, Frias J. Bioactive Peptides in Fermented Foods. In: *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*. Elsevier. 2017:23–47.
 16. Raveendran S, Parameswaran B, Ummalyma SB, Abraham A, Mathew AK, Madhavan A, Rebello S, Pandey A. Applications of Microbial Enzymes in Food Industry. *Food Technol Biotechnol*. 2018;56:16-30.
 17. Thangaraj B, Solomon PR. Immobilization of Lipases – A Review Part I: Enzyme Immobilization. *Chem Bio Eng Reviews*. 2019;5:157–166.
 18. Pedrolli DB, Monteiro AC, Gomes E, Carmona EC. Pectin and pectinases: production, characterization and industrial application of microbial pectinolytic enzymes. *Open Biotechnol J*. 2009;3:9–18.
 19. Bekhit AA, Hopkins DL, Geesink G, Bekhit AA, Franks P. Exogenous proteases for meat tenderization. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2014; 54:1012–1031.
 20. Xie J, Zhang Y, Simpson B. Food enzymes immobilization: novel carriers, techniques and applications. *Curr Opin Food Sci*. 2022;43:27-35.
 21. Tribst AAL, Cristianini M. Increasing fungi amyloglucosidase activity by high pressure homogenization. *Innov Food Sci Emerg Technol*, 16, 21-25, 2012a.
 22. Tribst AAL, Cristianini, M. Changes in commercial glucose oxidase activity by high pressure homogenization. *Innov Food Sci Emerg Technol*. 16, 355-360, 2012b.
 23. Dalagnol LMG, Silveira VCC, Silva HB, Manfroi V, Rodrigues RC. Improvement of pectinase, xylanase and cellulase activities by ultrasound: Effects on enzymes and substrates, kinetics and thermodynamic parameters. *Process Biochemistry*. 2017;61:80-87.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-10>

Capítulo 10

BACTERIOCINAS ENQUANTO CONSERVANTE ALIMENTAR

Camila Ramão Contessa¹; Caroline Costa Moraes²; Janaína Fernandes de Medeiros Burkert³

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos- PPGECA da Universidade Federal do Rio Grande – FURG. E-mail: camilaramao@hotmail.com;

² Docente no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais PPGCEM da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. E-mail: caroline.moares@unipampa.edu.br;

³ Docente no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos- PPGECA da Universidade Federal do Rio Grande - FURG. E-mail: jfmb@furg.br;

Resumo: A crescente demanda por alimentos seguros e saudáveis e o potencial risco de alimentos preservados quimicamente levaram a buscas por conservantes de origem natural atuando com efeito antimicrobiano. Bacteriocinas são peptídeos microbianos com atividade frente a micro-organismos deteriorantes e patógenos de interesse. Comercialmente, as bacteriocinas nisina e pediocina PA-1 podem ser utilizadas enquanto bioconservantes, no entanto apresentam espectro de ação limitado, sendo necessariamente complementadas por conservantes químicos já utilizados. O principal objetivo desta revisão é destacar a importância de novas bacteriocinas bem como a viabilidade de aplicação em diferentes matrizes alimentares. Novas bacteriocinas com espectro de ação mais amplo tem sido estudadas. Alguns estudos relatam a eficácia de bacteriocinas produzidas por bactérias ácido lácticas (BAL), frente a micro-organismos Gram-positivos e Gram-negativos, com ação na membrana celular da célula alvo, não atuando na inibição enzimática conforme os antibióticos. Aplicação *in situ* em diferentes matrizes alimentares foram relatadas e respostas positivas foram obtidas. Meios de cultivos alternativos de produção de bacteriocinas se mostraram eficientes. Estudos de caracterização e estabilidade destes compostos se fazem necessários, sendo um campo promissor de pesquisa para perspectivas futuras de aplicação em alimentos isentos de conservadores químicos.

Palavras-chave: antibacteriano; bacteriolisinas; biossegurança; lantibióticos

INTRODUÇÃO

Com o aumento da globalização, transporte e armazenamento de alimentos se fizeram necessários. Contudo o desenvolvimento de micro-organismos deteriorantes e/ou nocivos são questões recorrentes e que precisam de uma atenção especial, pois estão diretamente relacionados a doenças de origem alimentar (1). Doenças transmitidas por alimentos (DTA) compõem um dos problemas de saúde pública mais frequentes no mundo atual. Todos os anos 600 milhões de doenças são ocasionadas por alimentos não seguros em todo o mundo, acarretando em média 420.000 mortes (2). A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que a cada 10 pessoas uma é acometida por doença alimentar anualmente. No Brasil de acordo com os dados do Sistema de Informação de

Agravos de Notificação (Sinan), em média são notificados 700 surtos de DTA anualmente com taxa de letalidade de 0,08%. No entanto, a magnitude real destas incidências pode ser muito maior, devido a precariedade de informações registradas junto aos órgãos responsáveis (3).

Geralmente os surtos alimentares são decorrentes de alimentos cujas características sensoriais não apresentem alterações. A dose infectante de patógenos pode ser inferior a quantidade de micro-organismos necessária para a deterioração do alimento (4). As barreiras de conservação mais usadas pela indústria de alimentos geralmente são atividade de água, pH, temperatura e conservantes. Dentro do conceito da tecnologia de barreiras múltiplas, a prática de medidas combinadas de conservação é adotada (5). Contudo, algumas combinações de conservadores químicos potencializam seu efeito nocivo. A busca de novos conservantes para inibição do desenvolvimento de micro-organismos patogênicos em alimentos se faz necessária. (6).

Por outro lado, o consumo diário de conservadores químicos pode vir a causar efeitos tóxicos com implicações carcinogênicas. Portanto, antimicrobianos naturais são alternativas viáveis na substituição de conservantes químicos (7). Perante a necessidade de métodos alternativos, que sejam seguros ao consumidor tem-se a utilização de compostos com capacidade antagonista, onde destacam-se as bacteriocinas, de natureza proteica e potencial biopreservativo (8).

Bacteriocinas possuem efeito antimicrobiano com ação específica, não alteram a microbiota intestinal, são digeridas por enzimas do intestino como tripsina e pepsina. Esses peptídeos não alteram as propriedades sensoriais do alimento e possuem um amplo espectro antimicrobiano, atuando na inibição de bactérias patogênicas e deteriorantes (8). Possuem potencial para utilização como bioconservante em alimentos, pois as bacteriocinas em sua grande maioria são produzidas por organismos com *Generally Recognized as Safe* (GRAS). Em geral, são pequenas proteínas apresentando massa molecular de 3 a 10 kDa e 20-60 aminoácidos, catiônicas e possuem ponto isoelétrico elevado (7). Variam quanto ao espectro de ação de acordo com o micro-organismo produtor, propriedades bioquímicas e peso molecular. São classificadas em 3 classes, sendo que as classes I (lantibióticos) e II (não-lantibióticos) são conhecidas por apresentarem termoestabilidade e a classe III são termolábeis (9).

A segurança microbiológica dos alimentos é uma questão de suma importância, tanto do ponto de vista de saúde pública quanto econômica. Um estudo realizado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação (FAO) revelou que cerca de 1,3 bilhão de toneladas da produção de alimentos é perdida devido à deterioração, equivalendo a um terço da produção de alimentos (10). O principal objetivo desta revisão é destacar a importância de novas bacteriocinas bem como a viabilidade de aplicação em diferentes matrizes alimentares.

ESPECTRO DE AÇÃO DE BACTERIOCINAS

Bacteriocinas são oriundas do metabolismo primário ou secundário de acordo com a cepa do micro-organismo produtor (11). A ação antibacteriana da grande maioria das bacteriocinas é relatada por bactérias ácido láticas (BAL). Bacteriocinas oriundas de *Enterococos* denominam-se de enterocinas (12). BAL são consideradas GRAS, por isso são amplamente estudadas para aplicação enquanto cultura protetora em alimentos devido à capacidade produtora destes compostos antagônicos contra micro-organismos indesejáveis em alimentos (8).

Estes compostos bioativos apresentam diversos espectros de ação, sendo classificados como bacteriostáticos ou bactericidas. Contudo a grande maioria das bacteriocinas já relatadas, possuem limitação quanto a inibição de Gram-negativos (13). Comercialmente são utilizadas em alimentos a pediocina PA-1 e nisina, ambas com espectro de ação antimicrobiana limitada às bactérias Gram-positivas (14). Por esse motivo vários estudos estão direcionados a produção de novas bacteriocinas com espectro de ação que incluam micro-organismos Gram-negativos de interesse para a indústria alimentícia, como *Escherichia coli* e *Salmonella*, responsáveis por grandes surtos alimentares (3).

Bacteriocina SHY 21–2, produzida por *Lactobacillus plantarum* apresentou espectro de ação contra bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e fungos, como *Staphylococcus aureus* ATCC25923, *Salmonella typhi* CMCC50071 e *Saccharomyces cerevisiae* ATCC9763, respectivamente (14). Enterocina R5 produzida por *Enterococcus lactis* RS5 apresentou espectro de ação contra *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica* ser. *Typhi*, *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus cereus* (15). Uma bacteriocina da classe III produzida por *Lactobacillus acidophilus* NX2-6 apresentou atividade antibacteriana contra *Salmonella*, *Yersinia*, *Listeria*, *Enterobacter*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* e *Vibrio* (16). Uma bacteriocina de *Lactobacillus sakei*, apresentou efeito antibacteriano frente a *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* e *Staphylococcus aureus* (17).

Bacteriocinas apresentam potencial para utilização como bioconservantes, pois podem inibir patógenos de origem alimentar. Estudos de caracterização e de novas bacteriocinas estão intensificados para que em breve mais compostos desta origem possam ser incluídos na Agência de Alimentos e Medicamentos dos Estados Unidos para uso em alimentos.

MECANISMO DE AÇÃO NA CÉLULA ALVO

As bacteriocinas de modo geral atuam no rompimento da membrana celular alvo, induzindo o vazamento do material intracelular. Indicando que podem inibir o desenvolvimento de novas células ou matar as já existentes. Esse mecanismo é o que os torna diferentes dos antibióticos, que atuam na inibição de enzimas das principais vias metabólicas (18).

Lantibióticos catiônicos (bacteriocinas da classe I) através de força eletrostática são ligados à membrana fosfolipídica (aniônica) da célula alvo. O grupamento N-terminal do polipeptídeo se liga ao pirofosfato II do lipídio da membrana celular, essa ligação interrompe a síntese de peptidoglicano, causando uma permeabilidade na membrana (Figura 1). A permeabilidade quando aumentada ajuda na formação de poros (1).

As bacteriocinas da classe II possuem uma estrutura helicoidal anfifílica, após a atração eletrostática ocasionada pela diferença de polaridade entre o polipeptídeo e o lipídeo da célula alvo, se inserem na membrana da célula alvo, acarretando a despolarização (entrada e saída de íons), acarretando no desequilíbrio do conteúdo intracelular (Figura 1). Os receptores da membrana da célula alvo, determinam a especificidade da reação, que se assemelham a cada subclasse IIa, IIb, IIc (1, 19). Bacteriolisinas (Classe III), penetram no citoplasma e inibem a célula através da clivagem do DNA e RNA (Figura 1), comprometendo o desenvolvimento de novas células (20).

A maior eficácia de bacteriocinas em micro-organismos Gram-positivos deve-se ao elevado teor de lipídeos aniônicos presente nestas membranas, acarretando uma maior

atração eletrostática com os peptídeos catiônicos, que uma vez atraídos conseguem então atuar da forma mais eficiente de acordo com a especificidade do tipo de bacteriocina e membrana alvo.

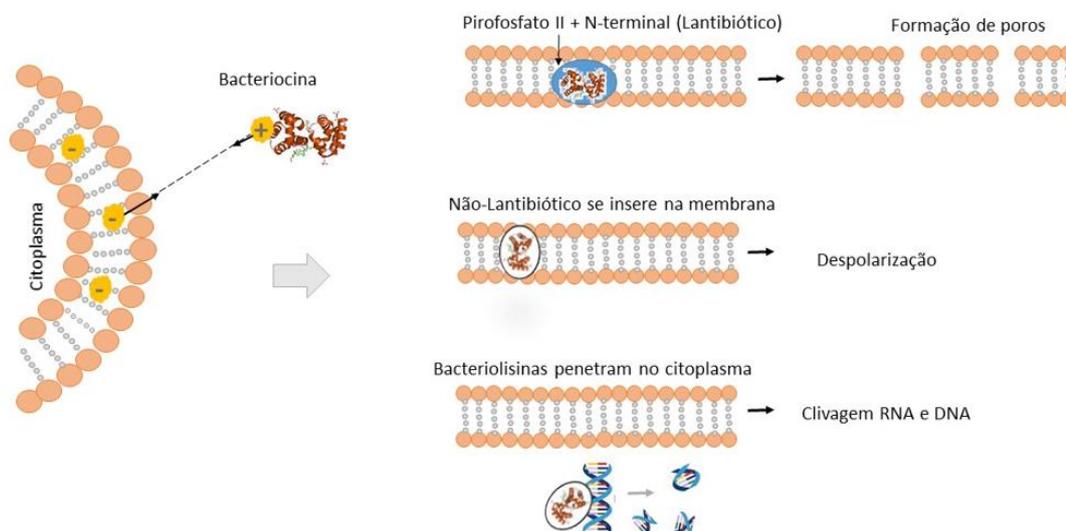


Figura 1 – Mecanismos de ação de bacteriocinas das classes I, II e III na célula alvo

BACTERIOCINAS E ALIMENTOS

Bacteriocinas possuem potencial como bioconservantes de alimentos, pois apresentam efeito antibacteriano frente a patógenos e micro-organismos deteriorantes. Diante das pesquisas relatadas da utilização destes metabólitos bacterianos, nenhum estudo reporta algum efeito tóxico causado por esses peptídeos (21), até o presente momento. Apresentam baixa toxicidade contra a maioria das células eucarióticas. Ao contrário, sugerem a sua utilização não só como conservante alimentar, mas como uso clínico, como drogas antibacterianas, ou complemento as drogas já existentes. Muitos estudos relatam a crescente disseminação de bactérias resistentes aos antibióticos mais utilizados, diante do mecanismo de ação das bacteriocinas na célula alvo, têm sido muito investigadas também para essa finalidade (22).

Em produtos alimentícios podem ser adicionados pela inserção (i) da bacteriocina purificada e (ii) cultura do micro-organismo produtor (21). As culturas *starters* do micro-organismo produtor possuem duplo propósito, além da produção de bacteriocinas podem contribuir para o sabor do alimento. É uma alternativa mais econômica que a adição do composto puro, susceptível a um controle regulatório mais brando. Alguns exemplos desse tipo de aplicação, incluem as linhas BactofermTM e LyocarniTM, utilizados na produção de embutidos fermentados, que possuem em sua composição cepas produtoras de bacteriocinas (23). No entanto, esta forma de adição não permite a redução de conservantes químicos na formulação dos alimentos, pois não é adicionada unicamente com essa finalidade.

A nisina pura é utilizada desde 1950, com variação da concentração permitida nos países que a utilizam. No Brasil seu uso é permitido com limite de 12,5 mg.kg⁻¹ para todos os tipos de queijos (24). Contudo devido ao espectro de ação restrito da nisina, novas

bacteriocinas recentemente descobertas apresentam grande potencial como conservadoras de alimentos.

Um estudo avaliou o efeito de uma bacteriocina produzida por *Lactobacillus acidophilus* NX2-6 em leite como matriz alimentícia. A bacteriocina reduziu a contagem de *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Sataphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*, contaminados intencionalmente, em média de 3,5 a 4UFC.mL⁻¹ em relação ao controle, quando acompanhados por 7 dias (16). Uma bacteriocina (DY4-2) parcialmente purificada, produzida por *Lactobacillus plantarum*, reduziu a contagem de *Pseudomonas fluorescens* em 2,74UFC.g⁻¹ em filés de pregado fresco durante 12 dias (25). Uma enterocina produzida por *Enterococcus faecium* EO1 reduziu a contagem de *Listeria monocytogenes* em 4,7UFC.g⁻¹ em linguiça de carneiro fresca em um período de 21 dias (26). Estes estudos utilizaram como abordagem a inserção direta da bacteriocina, indicando a alta potencialidade de aplicação destes peptídeos enquanto conservantes.

Para que uma nova bacteriocina seja usada como conservante de alimentos, necessariamente deve ser declarada como aditivo alimentar e status GRAS pelo *Food and Drug Administration* (FDA). Para solicitar a autorização é necessário a identificação, caracterização, propriedade toxicológica, eficácia da ação, dentre outras análises necessárias (23). Há muitos estudos nesse sentido e a expectativa é que esses compostos possam saciar a demanda de alimentos seguros e saudáveis.

PRODUÇÃO DE BACTERIOCINAS

A produção de bacteriocinas tem chamado a atenção pela grande relevância de suas aplicações. São obtidas a partir do desenvolvimento do micro-organismo produtor, na grande maioria, oriundas da fermentação de BAL. Essas bactérias são fastidiosas e normalmente se desenvolvem em meio comercial *Man, Rogosa and Sharpe broth* (MRS). A produção de bacteriocinas é influenciada por vários fatores como pH, temperatura, agitação, idade do inóculo, fonte de carbono e nitrogênio (27). Alguns estudos investigam as melhores condições de produção de bacteriocinas de acordo com as cepas produtoras.

A influência da idade do inóculo, fonte de nitrogênio orgânico e inorgânico e diferentes fontes de carbono foram avaliados para a produção de substâncias inibidoras tipo bacteriocinas (BLIS) a partir de *Lactococcus lactis* Gh1. Constataram que o inóculo em fase exponencial, fonte de nitrogênio orgânico e frutose como fonte de carbono, aumentaram a produção de BLIS (28). Contudo, outro estudo que avaliou os mesmos parâmetros para a produção de bacteriocina a partir de *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* A164, constatou que a produção de bacteriocina foi 4 vezes maior quando utilizado lactose como fonte de carbono (29). Constatou-se que a produção de bacteriocina é particular de acordo com cada cepa produtora. O processo de otimização de cultivo é complexo, mas necessário para que a produção possa ser usada em grande escala (30).

Uma abordagem recente com número de estudos limitados, quanto a produção de bacteriocinas, referem-se à utilização de subprodutos agroindustriais como substratos alternativos para o desenvolvimento da cepa produtora. Aliando baixo custo de cultivo e a produção de metabólitos de relevância para a indústria. Soro de leite suplementado com triptona e extrato de soja para fermentação de *Lactobacillus plantarum* ST16Pa resultou em atividade antibacteriana frente a *Listeria innocua* 6a CLIST 2865, uma zona de inibição de 13,23 mm, muito semelhante de quando utilizado MRS com meio de cultivo (31).

Rebarbas de castanha pré-tratadas foram sacarificadas e suplementadas para a produção de bacteriocina a partir do desenvolvimento de *Lactobacillus plantarum* CECT 211. A atividade da bacteriocinas produzida aumentou 1,98 vezes em comparação à utilização do meio MRS (32). Hidrolisados hemicelulósicos, derivados do grão gasto de cervejaria (BSG) foram utilizados para o desenvolvimento de *Lactococcus lactis* Tw11 e *Enterococcus mundtii* Tw492. As bacteriocinas produziram halos de inibição de 15,46 mm \pm 0,05 para *L. lactis* Tw11 e 24,47 mm \pm 0,09 para *E. mundtii* Tw492 quando utilizaram de *Listeria monocytogenes* CECT-934 como cultura contaminante (33).

A utilização de meios de cultivo alternativos para o desenvolvimento de bacteriocinas é uma área importante e promissora, pois agrega valor a subprodutos industriais e reduz custos devido ao valor elevado dos meios comerciais geralmente utilizados.

CONCLUSÕES

Para garantir a segurança dos alimentos, é necessário a utilização de conservantes com atividade efetiva principalmente contra bactérias patogênicas, responsáveis por grande parte das DTA e surtos alimentares. Conservantes naturais como as bacteriocinas se tornam uma alternativa viável, apresentam efeito antibacteriano eficiente e até então nenhum efeito tóxico ou nocivo à vida humana foi relatado, diferente dos conservantes químicos até então utilizados. Contudo, as bacteriocinas comercialmente empregadas em alimentos apresentam espectro de ação restrito a bactérias Gram-positivas, havendo ainda a necessidade da utilização de conservantes químicos. Vários estudos apresentam novas bacteriocinas com grande potencial para aplicação em alimentos, com espectro de ação amplo e eficiência quando aplicadas *in situ* em diferentes matrizes alimentares. Meios de cultivo alternativos se mostraram como alternativas viáveis de produção de bacteriocinas, aliando a redução de custo de cultivos convencionais e proporcionando valor agregado a subprodutos agroindustriais. A perspectiva futura da aplicação destas bacteriocinas em alimentos depende do estudo aprofundado da caracterização e estabilidade destes compostos, o que os tornam temas promissores de pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Kirtonia K, Salauddin M, Bharadwaj KK, Pati S, Dey A, Shariati M, et al. Bacteriocin: A new strategic antibiofilm agent in food industries. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 2021;36:102141.
2. Saeed BQ, Osaili TM, Taha S. Foodborne diseases risk factors associated with food safety knowledge and practices of women in Sharjah-United Arab Emirate. *Food Control.* 2021;125:108024.
3. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil. 2018.
4. Sidhu PK, Nehra K. Bacteriocin-nanoconjugates as emerging compounds for enhancing antimicrobial activity of bacteriocins. *J. King Saud Univ. Sci.* 2019;31:758-767.

5. Khan I, Tango CN, Miskeen S, Lee BH, Oh D-H. Hurdle technology: A novel approach for enhanced food quality and safety – A review. *Food Control*. 2017;73:1426-1444.
6. Jiao D, Liu Y, Zeng R, Hou X, Nie G, Sun, L, et al. Preparation of phosphatidylcholine nanovesicles containing bacteriocin CAMT2 and their anti-listerial activity. *Food Chemistry*. 2020;314:126244.
7. Sulthana R, Archer AC. Bacteriocin nanoconjugates: boon to medical and food industry. *J Appl Microbiol*. 2020;131:1–16.
8. Coban HB. Organic acids as antimicrobial food agents: applications and microbial productions. *Bioprocess Biosyst Eng*. 2020;43:569–591.
9. Hu Z, Balay D, Hu y, McMullen L, Ganzle G. Effect of chitosan, and bacteriocin – Producing *Carnobacterium maltaromaticum* on survival of *Escherichia coli* and *Salmonella* Typhimurium on beef. *Int. J. Food Microbiol*. 2019;290:68-75.
10. FAO. The State of Food and Agriculture. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome. 2019.
11. Parlindungan E, Dekiwadia C, Oliver AHJ. Factors that influence growth and bacteriocin production in *Lactiplantibacillus plantarum* B21. *Process Biochem*. 2021;107:18-26.
12. Du R, Ping W, Ge J. Purificação, caracterização e mecanismo de ação da enterocina HDX-2, uma nova bacteriocina de classe IIa produzida por *Enterococcus faecium* HDX-2. *LWT*. 2022;153:112451.
13. To HTA, Chhetri V, Settachaimongkon S, Prakitchaiwattana C. Stress tolerance-*Bacillus* with a wide spectrum bacteriocin as an alternative approach for food bio-protective culture production. *Food Control*. 2022;133:108598.
14. Peng S, Song J, Zeng W, Wang H, Zhang Y, Xin J, et al. A broad-spectrum novel bacteriocin produced by *Lactobacillus plantarum* SHY 21–2 from yak yogurt: Purification, antimicrobial characteristics and antibacterial mechanism. *LWT*,2021;142:110955.
15. Shastry RP, Arunrenganathan RR, Rai VR. Characterization of probiotic *Enterococcus lactis* RS5 and purification of antibiofilm enterocin. *Biocatal. Agric. Biotechnol*. 2021;31:101897.
16. Meng F, Zhu X, Zhao H, Nie T, Lu F, Lu Z. et al. A class III bacteriocin with broad-spectrum antibacterial activity from *Lactobacillus acidophilus* NX2-6 and its preservation in milk and cheese. *Food Control*. 2021;121:107597.

17. Contessa CR, Rosa GS, Moraes CC. New Active Packaging Based on Biopolymeric Mixture Added with Bacteriocin as Active Compound. *Int. J. Mol. Sci.* 2021;22:10628.
18. Qiao Z, Sun H, Zhou Q, Yi L, Wang X, Shan Y. et al. Characterization and antibacterial action mode of bacteriocin BMP32r and its application as antimicrobial agent for the therapy of multidrug-resistant bacterial infection. *Int J Biol Macromol.* 2020;164:845-854.
19. Ogaki MB, Furlaneto MC, Maia LF. Review: General aspects of bacteriocins. *Braz. J. Food Technol.* 2015;18:267-276.
20. Radaic A, Jesus MB, Kapila YL. Bacterial anti-microbial peptides and nano-sized drug delivery systems: The state of the art toward improved bacteriocins. *J Control Release.* 2020;321:100-118.
21. O'Connor PM, Kuniyoshi TM, Oliveira RPS, Hill C, Ross RP, Cotter PD. Antimicrobials for food and feed; a bacteriocin perspective. *Curr. Opin. Biotechnol.* 2020;61:160-167.
22. Cebrián R, Rodríguez-Cabezas ME, Martín-Escolano R, Rubiño S, Garrido-Barros M, Montalbán-López M. et al. Preclinical studies of toxicity and safety of the AS-48 bacteriocin. *J. Adv. Res.* 2019;20: 129-139.
23. Johnson EM, Jung Y-G, Jin Y-Y, Jayabalan R, Yang SH. Bacteriocins as food preservatives: Challenges and emerging horizons. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2018;58:2743-2767.
24. BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria n. 146 de 07 de março de 1996. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos. *Diário Oficial [da] União, Brasília, 1996.*
25. Lv X, Ma H, Sun M, Lin Y, Bai F, Li J. et al. A novel bacteriocin DY4-2 produced by *Lactobacillus plantarum* from cutlassfish and its application as bio-preservative for the control of *Pseudomonas fluorescens* in fresh turbot (*Scophthalmus maximus*) fillets. *Food Control.* 2018;89:22-31.
26. Costa RJ, Silva AP, Fonseca RN, Hubner SO, Nalério ES, Marques JL. et al. Characterization of *Enterococcus faecium* EO1 isolated from mutton and activity of bacteriocin-like substances in the control of *Listeria monocytogenes* in fresh mutton sausage. *LWT.*2021;141:110954.
27. Metsoviti M, Paramithiotis S, Drosinos EH, Skandamis PN, Galiotou-Panayotou M, Papanikolaou S. Biotechnological valorization of low-cost sugar-based media for bacteriocin production by *Leuconostoc mesenteroides* E131. *New Biotech.* 2011;28;600-609.

28. Jawan R, Abbasiliasi S, Tan JS, Mustafa S, Halim M, Ariff AB. Influence of Culture Conditions and Medium Compositions on the Production of Bacteriocin-Like Inhibitory Substances by *Lactococcus lactis* Gh1. *Microorganisms*. 2020;8;1-14.
29. Cheigh CI, Choi HJ, Park H, Kim SG, Kook M-C, Kim T-S. et al. Influence of growth conditions on the production of a nisin-like bacteriocin by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* A164 isolated from kimchi. *Biotechnol. J.* 2002;95,225-235.
30. Parlindungan E, Dekiwadia C, Jones OAH. Factors that influence growth and bacteriocin production in *Lactiplantibacillus plantarum* B21. *Process Biochem.* 2021;107;18-26.
31. Sabo SS, Coverti A, Ichiwaki S, Oliveira RPS. Bacteriocin production by *Lactobacillus plantarum* ST16Pa in supplemented whey powder formulations. *J Dairy Sci.* 2019;102;87-99.
32. Costa-Trigo I, Paz A, Otero-Penedo P, Outeiriño D, Guerra NP, Domínguez JM. Enhancing the saccharification of pretreated chestnut burrs to produce bacteriocins. *Biotechnol. J.* 2021;329;13-20.
33. Paz A, Sabo SS, Vallejo M, Marguet E, Oliveira RPS, Domínguez JM. Using brewer's spent grain to formulate culture media for the production of bacteriocins using Patagonian strains. *LWT.* 2018;96;166-174.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-11>

Capítulo 11

METATAXONOMIA COMPARATIVA DAS REGIÕES V2V3 vs. V4 DO GENE 16S EM AMOSTRAS DE LEITE BOVINO

Giovanna Silva Sartori¹; Luan Gaspar Clemente²; Priscila Anchieta Trevisoli³; Polyana Cristine Tizioto⁴; Lucas Lehmann Coutinho⁵; Luiz Lehmann Coutinho⁶

¹Estudante do Curso de Ciências dos Alimentos – ESALQ/USP; E-mail: giovanna.sartori@usp.br, ²Pesquisador do Depto de Zootecnia – ESALQ/USP. E-mail: luan.clemente@usp.br, ³Pesquisadora do Depto de Zootecnia – ESALQ/USP. E-mail: priscila.atrevisoli@usp.br, ⁴Pesquisadora da NGS Soluções Genômicas – Piracicaba/SP. E-mail: ptizioto@gmail.com. ⁵Colaborador do Laboratório de Biotecnologia Animal – ESALQ/USP. E-mail: llcouthino2@gmail.com. ⁶Docente do Depto de Zootecnia – ESALQ/USP. E-mail: llcouthino@usp.br.

Resumo: A produtividade do leite é influenciada por diversos fatores, dentre eles pela ação de microrganismos deteriorantes e patogênicos. A forma padrão para identificação desses microrganismos é por meio de cultura; porém, atualmente tem-se utilizado tecnologias moleculares, como sequenciamento, que podem fornecer resultados mais rápidos e precisos, identificando muitos microrganismos de uma só vez e de maneira independente do cultivo. O objetivo deste trabalho portanto, é comparar o perfil microbiano do leite, utilizando uma nova região (V2V3) do gene 16S e verificar qual das regiões (V2V3 ou V4) tem melhor capacidade de diferenciação taxonômica a nível de gênero e espécie dos principais microrganismos do leite bovino. Para esta finalidade foram realizadas reações de PCR em 96 amostras de leite, para amplificar a região V2V3 e, em seguida, foi feito o sequenciamento e análise bioinformática. Os resultados obtidos possibilitaram a comparação a nível de gênero e espécie de ambas as regiões, concluindo que a escolha da melhor região dependerá exclusivamente do objetivo da pesquisa com base no grupo de microrganismos de interesse para identificação, pois cada região é capaz de melhor classificar taxonomicamente um grupo em detrimento a outro.

Palavras-chave: leite bovino; perfil microbiano; sequenciamento rDNA 16S; bioinformática

INTRODUÇÃO

Segundo a Embrapa (1), o Brasil é atualmente o 3º maior produtor de leite do mundo, atuando diretamente no setor socioeconômico, gerando emprego e renda a população, e crescendo diariamente devido a adoção de tecnologias eficientes aos insumos para produção (2). A produtividade do leite é influenciada por diversos fatores, incluindo a genética, alimentação, estresse e saúde do animal. A fim de obter o máximo potencial genético e biológico do bovino, para benefício de produção e qualidade comercial, esses fatores têm importância e atenção, principalmente, sanitária e nutricional

(3). De acordo com Quigley et al. (4), microrganismos do gênero *Lactococcus*, *Streptococcus* e *Pseudomonas*, encontram-se na microbiota do leite de uma vaca saudável em grande proporção, enquanto os do gênero *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Brevibacterium*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, *Pseudolteromonas* e *Staphylococcus*, encontram-se em menor proporção. Essas bactérias podem ser provindas de diversas fontes, como o ar, solo, pasto, úbere, glândula mamária, equipamentos e até das fezes do animal (5).

Tratando-se de pesquisas da microbiota do leite da vaca, portanto, a maioria concentra-se apenas nos microrganismos responsáveis pela deterioração do leite, enquanto faz-se de extrema necessidade a atenção aos patógenos que permanecem presentes e interferem diretamente no produto final (4; 5). A forma padrão para identificação de microrganismos patogênicos, por exemplo, é por meio de cultura; porém, atualmente tem-se utilizado tecnologias moleculares que podem fornecer resultados mais rápidos e precisos, podendo identificar microrganismos adicionais que possivelmente não apareçam no meio de cultura (6).

Segundo Rodrigues-Luiz et al. (7), recentemente os avanços na tecnologia molecular, principalmente de sequenciamento genômico de nova geração, estão permitindo realizar essa técnica em um menor custo, acrescido de análises comparativas de bioinformática e do aumento resultante na quantidade de dados gnômicos disponíveis em bancos de dados, como o *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) (8). A utilização de técnicas de biologia molecular, principalmente a técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), tem sido uma excelente alternativa para a identificação de microrganismos, e para que essa reação aconteça, faz-se necessária a utilização de *primers* (iniciadores) que identificam vários táxons, a partir de uma região conservada escolhida (9). Esta técnica tem como vantagem em relação a outras metodologias tradicionais, fornecer segurança e eficácia ao estudo, além de ser rápida e sensível (10).

Com isso, a genômica contribui identificando muitos microrganismos de uma só vez e de maneira independente do cultivo. Saber e diferenciar as posições dos nucleotídeos variantes, permite a identificação dos principais grupos taxonômicos presentes numa amostra ambiental (11). Em análise específica de bactérias é comumente utilizada a região conservada do gene 16S ribossomal, sendo que para cada finalidade de identificação, utiliza-se um *primer* específico (9). O gene 16S é o marcador mais amplamente utilizado para estimar proporções da composição de comunidades bacterianas e estudos, muitos feitos pela técnica de PCR, utilizam esse gene para determinar quais microrganismos estão presentes em determinadas amostras, combinando as variantes da sequência 16S ao referenciar bancos de dados como SILVA e Dairy DB (11).

Porém, estudos recentes realizados pelo Laboratório de Biotecnologia Animal da ESALQ/USP, vem concluindo que diferentes regiões do gene 16S possuem tamanhos diferentes e, com isso, poder de classificação diferente, como a região V4, mais comumente utilizada em várias publicações. Consequentemente, a classificação taxonômica de gêneros e espécies é afetada, o que pode influenciar no resultado, de acordo com o objetivo do trabalho. Observamos isso, ao realizar uma análise *in silico* com os *primers* e verificar uma diferença na taxonomia. O objetivo deste trabalho portanto, é comparar o perfil microbiano do leite, utilizando uma nova região (V2V3) do gene 16S e verificar qual das regiões (V2V3 ou V4) tem melhor capacidade de

diferenciação taxonômica a nível de gênero e espécie dos principais microrganismos do leite bovino.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia Animal localizado na ESALQ/USP. Estudo anterior caracterizou o perfil do microbioma de leite em 1489 amostras por sequenciamento da região V4 do rDNA 16S. Para comparar a caracterização do perfil, a partir de uma nova região, escolhemos a região V2V3 e selecionamos 96 amostras de leite bovino para comparação. A seleção foi feita seguindo os critérios: amostras com alta contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana (Contagem Padrão em Placas, CCP); número de leituras superior a 35.000; e, preferência às amostras de tanque de leite. A região hipervariável V2V3 do gene 16S do rDNA bacteriano foi amplificada usando os *primers* 16SV2 *Forward* (5'-AGTGGCGGACGGGTGAGTAA-3') e 16SV3 *Reverse* "(5'-ATTACCGCGGCTGCTGG-3"). O desenho e a escolha dos *primers* foi realizado a partir de pesquisas na literatura e referências em protocolos da Illumina.

A construção da biblioteca foi realizada com as seguintes etapas: (a) controle de qualidade do DNA utilizando o equipamento *Nanodrop 200* (*Thermo Scientific*) para validação estimada da concentração inicial que as amostras se encontravam, bem como sua pureza; (b) 1ª PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) para a amplificação da região V2V3, utilizando o Kit PCR *Biosystems 2x PCR BIO Ultra Mix*, seguindo o protocolo com as especificações dos *primers* (V2V3), submetendo às condições ideais do termociclador; (c) validação da PCR com eletroforese em gel (1,5% de agarose); (d) purificação dos produtos da 1ª PCR com *beads AMPure XP*, sendo uma etapa importante para remover *primers* da primeira reação que podem interferir com a segunda reação de PCR; (e) 2ª PCR para ligação de adaptadores *Illumina (Nextera XT Index)*, que permite a multiplexação das amostras e a hibridização das sequências na lâmina de sequenciamento, submetida a condições específicas no termociclador; (f) purificação da 2ª PCR com *beads AMPure XP* e validação da PCR com eletroforese em gel (1,5% de agarose); (g) finalmente, as bibliotecas foram normalizadas e agrupadas com quantidades equimolares. O *pool* foi quantificado por qPCR usando o kit de quantificação *Kappa (Kapa Biosystem)* de acordo com as instruções do fabricante.

O sequenciamento das bibliotecas foi feito usando a plataforma *Illumina Miseq* (*Illumina, San Diego, CA, EUA*) com um kit de sequenciamento de 2 x 300 bp. A análise dos dados de sequenciamento foi realizada com o pacote *DADA2*, um pacote aberto implementado no *software R*, que serve para modelagem e correção de erros de *amplicon*. O pacote *DADA2* atribuiu taxonomias a cada *ASV (Amplicon Sequencing Variant)* de saída. Para a análise da taxonomia foi utilizado o banco de dados de referência *Dairy DB*. Por fim, os dados gerados pelo programa *DADA2* foram importados para o programa *phyloseq*, também implementado no *R* que permite a importação, armazenamento e análise gráfica dos dados que já foram agrupados em *ASVs*. Os dados de sequenciamento da região V4 das mesmas amostras foram analisados com os mesmos parâmetros. Assim, foi feita uma comparação entre os dados identificadas pelos diferentes *amplicons* sequenciados (V2V3 vs. V4).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para entender o perfil microbiano, então, comparamos a quantidade de microrganismos obtidos e, a caracterização taxonômica do sequenciamento da região V2V3, resultou (Tabela 1) em uma média de 30.283 leituras por amostra e após os filtros de qualidade e correção de erros, restaram 21.267 leituras. Obtivemos um total de 17.278 ASV, com análise taxonômica de 9.384 ASV em nível de espécie, 82 gêneros e 1.039 espécies únicas classificadas. Para o sequenciamento da região V4, obtivemos em média 79.253 leituras por amostra e, após os filtros de qualidade e correção de erros, restaram em média 66.955 leituras por amostra. Obtivemos um total de 18.768 ASV, com a análise de taxonomia de 1.253 ASV em nível de espécie, 95 gêneros e 1.108 espécies classificadas como únicas.

Tabela 2 – Dados gerados pelo sequenciamento das regiões V2V3 e V4

	V2V3	V4
<i>reads</i> /amostra	30.283	79.253
<i>output</i>	21.267	66.955
ASV total	17.278	18.768
ASV (espécie)	9.384	1.253
gêneros únicos	82	95
espécies únicas	1.039	1.108

Fonte: autoria própria

Podemos observar a grande diferença entre os resultados obtidos dentre as duas regiões estudadas, uma vez que o número de ASV em nível de espécie para a região V4 foi muito menor. Possivelmente, essa diferença de resultados pode-se dar pela universalidade dos primers, o qual o V4 é o mais universal para 16S. Sendo assim, é esperado que a região V4 consiga capturar uma maior variedade de espécies devido a maior conservação do primer. Porém a região V4 é menor, o que permite diferentes espécies possuírem a mesma sequência nesta região, reduzindo assim o número de espécies identificadas.

Observando o número de gêneros únicos, obtivemos um valor de 82 diferentes gêneros identificados para a região V2V3 e 95 diferentes gêneros identificados para a região V4, sendo que nós identificamos 61 em ambas as regiões (Figura 1).

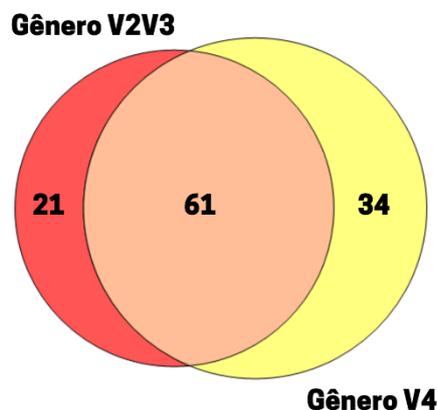


Figura 1 – Diagrama de Venn representativo da análise de gêneros
Fonte: autoria própria

Observando o número de espécies únicas, obtivemos um valor de 1.039 diferentes espécies identificadas para a região V2V3 e 1.108 diferentes espécies identificadas para a região V4, sendo que nós identificamos 648 em ambas as regiões (Figura 2).

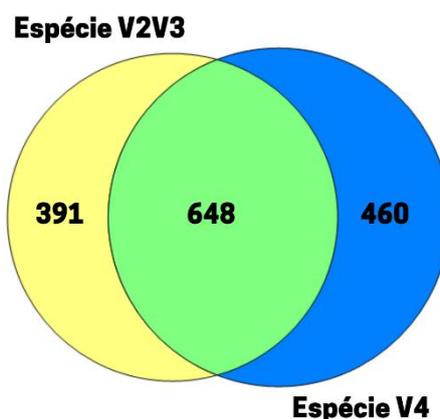


Figura 2 – Diagrama de Venn representativo da análise de espécies
Fonte: autoria própria

Os 10 principais gêneros identificados pela região V2V3, temos (Figura 3): *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Caulobacter*, *Corynebacterium*, *Enterococcus*, *Obscuribacterales* sp., *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Stenotrophomonas* e *Streptococcus*.

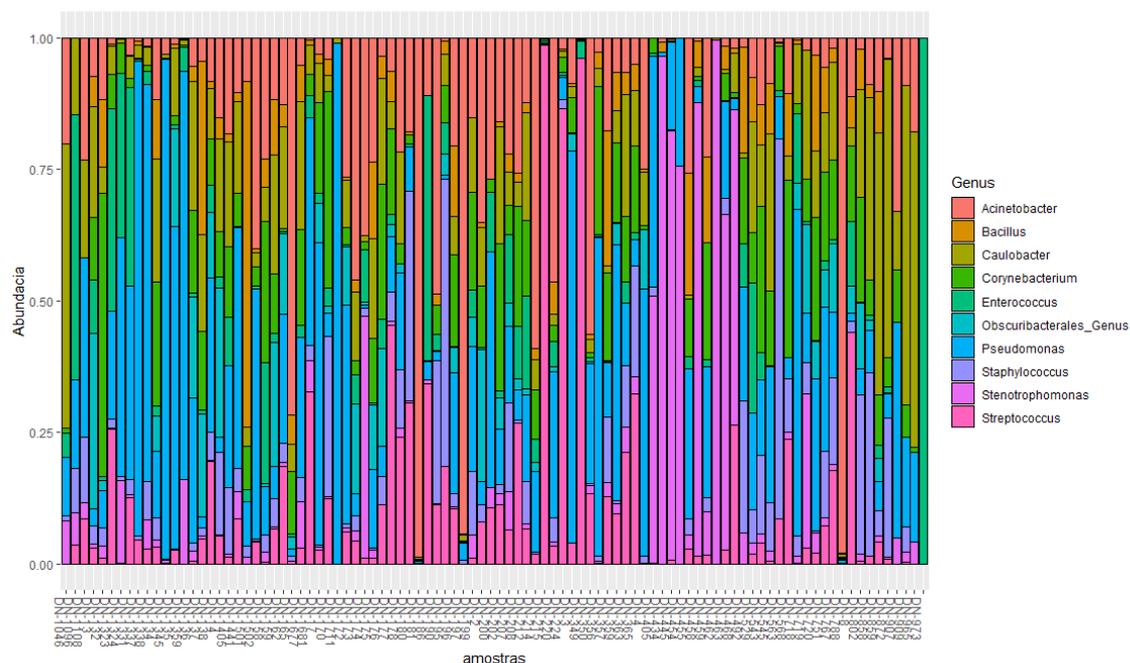


Figura 3 – Gráfico da relação da Abundância por amostras dos Gêneros (Top 10) da região V2V3
Fonte: autoria própria

Os 10 principais gêneros identificados pela região V4, temos (Figura 4): *Acinetobacter*, *Bacteroides*, *Chryseobacterium*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Stenotrophomonas* e *Streptococcus*.

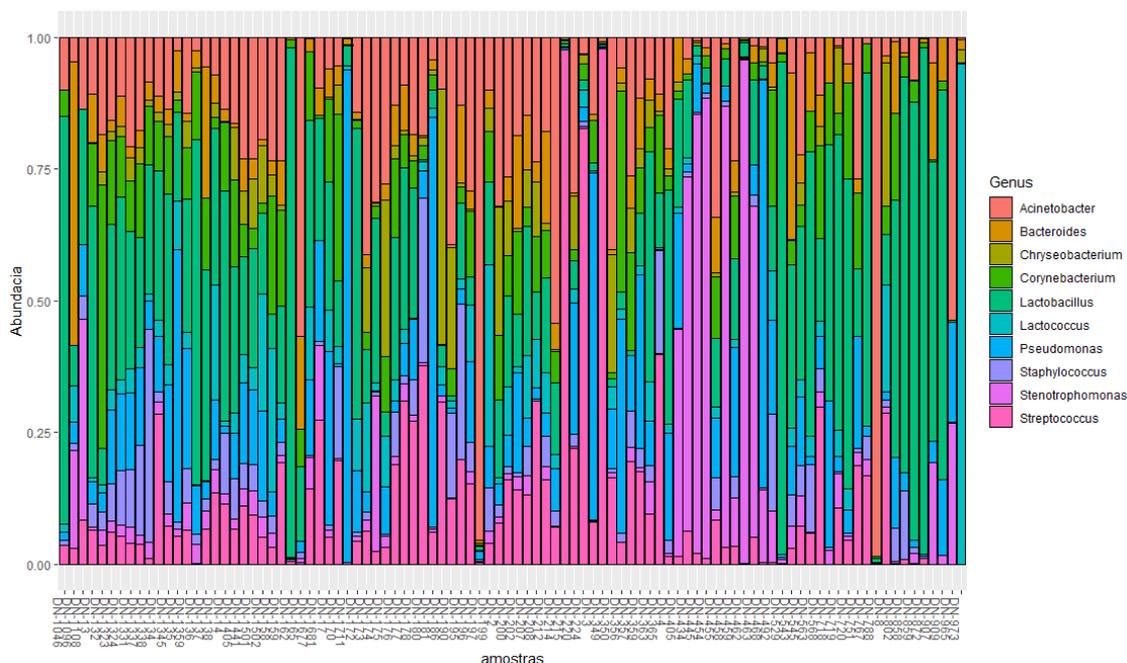


Figura 4 – Gráfico da relação da Abundância por amostras dos Gêneros (Top 10) da região V4
Fonte: autoria própria

Nota-se, portanto, que dentre os 10 principais gêneros identificados pelas regiões V2V3 vs. V4, há *Acinetobacter*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Stenotrophomonas* e *Streptococcus* em destaque para ambas as regiões, sendo alguns dos gêneros mais importantes para a análise do microbioma de leite.

Em relação as espécies, destacam-se as 10 principais identificadas em maior abundância pela região V2V3 (Figura 5): *Caulobacter vibrioides*, *Enterococcus faecalis*, *Moraxella osloensis*, *Obscuribacterales Species*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Serratia marcescens*, *Sporobacter termitidis*, *Staphylococcus aureus*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Streptococcus agalactiae*.

E, em maior abundância pela região V4 (Figura 6), destacam-se as espécies: *Citrobacter freundii*, *Intestinibacter bartlettii*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactococcus lactis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas spp.*, *Sporobacter termitidis*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Streptococcus dysgalactiae*.

As 10 principais espécies identificadas pelas regiões V2V3 vs. V4, somente há em comum a *Pseudomonas aeruginosa*, *Sporobacter termitidis* e *Stenotrophomonas maltophilia*.

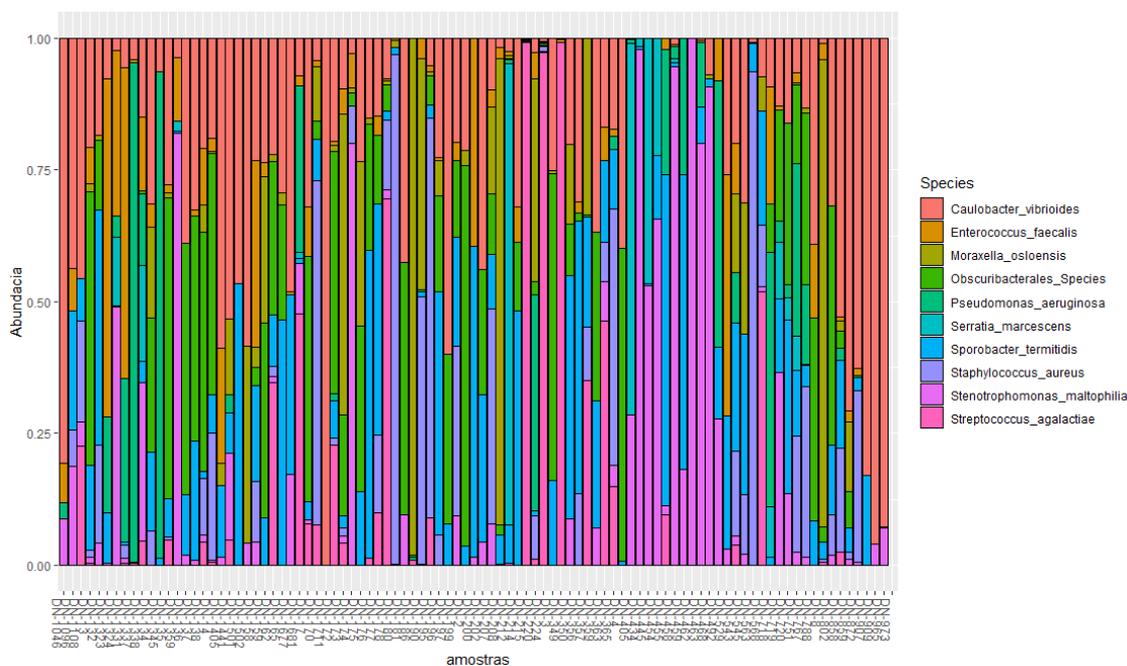


Figura 5 – Gráfico da relação da Abundância por amostras das Espécies (Top 10) da região V2V3

Fonte: autoria própria

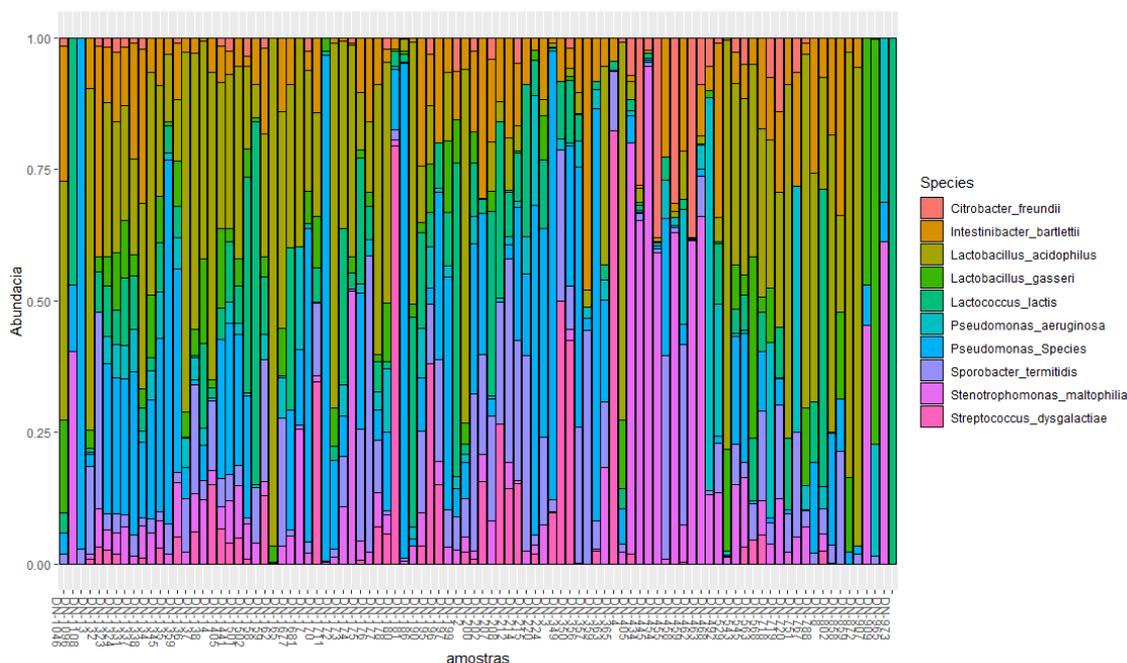


Figura 6 – Gráfico da relação da Abundância por amostras das Espécies (Top 10) da região V4

Fonte: autoria própria

Por fim, realizamos uma análise de diversidade a nível de espécie pelos índices de Shannon & Simpson. Onde, quanto menor for o valor de Shannon, menor a diversidade da amostra (12). O Índice de Shannon considera igual peso entre as espécies raras e abundantes, então deve-se considerar esses pesos na hora de decidir qual análises utilizar (13). Já o índice de Simpson analisa a probabilidade de dois indivíduos escolhidos ao acaso pertencerem a uma mesma espécie, a partir da dominância. Sendo que, quanto maior o valor, maior a probabilidade de os indivíduos serem da mesma espécie, ou seja, maior a dominância de uma espécie em relação as outras (12).

De acordo com a Figura 7, podemos observar a relação da diversidade de espécies por amostras da região V2V3, onde o valor de Shannon é predominantemente maior (abundância superior a 4) demonstrando alta diversidade. Porém, de acordo com os valores de Simpson, as amostras demonstram dominância de alguma espécie, sendo abundante os valores próximos a 1. Portanto nota-se grande diversidade, mas grande dominância de uma espécie em relação as outras.

Já em relação a diversidade de espécies por amostras da região V4 (Figura 8), podemos observar que quando comparado a região V2V3, possui uma menor diversidade, uma vez que há uma maior quantidade de valores abaixo de 4. Porém, há uma pequena diferença também em relação a dominância observada pelo gráfico de Simpson, o qual possui um maior número de valores abaixo de 0,95. Portanto, nota-se menor diversidade comparado a região V2V3, mas, aparentemente, menor dominância de uma espécie em relação as outras.

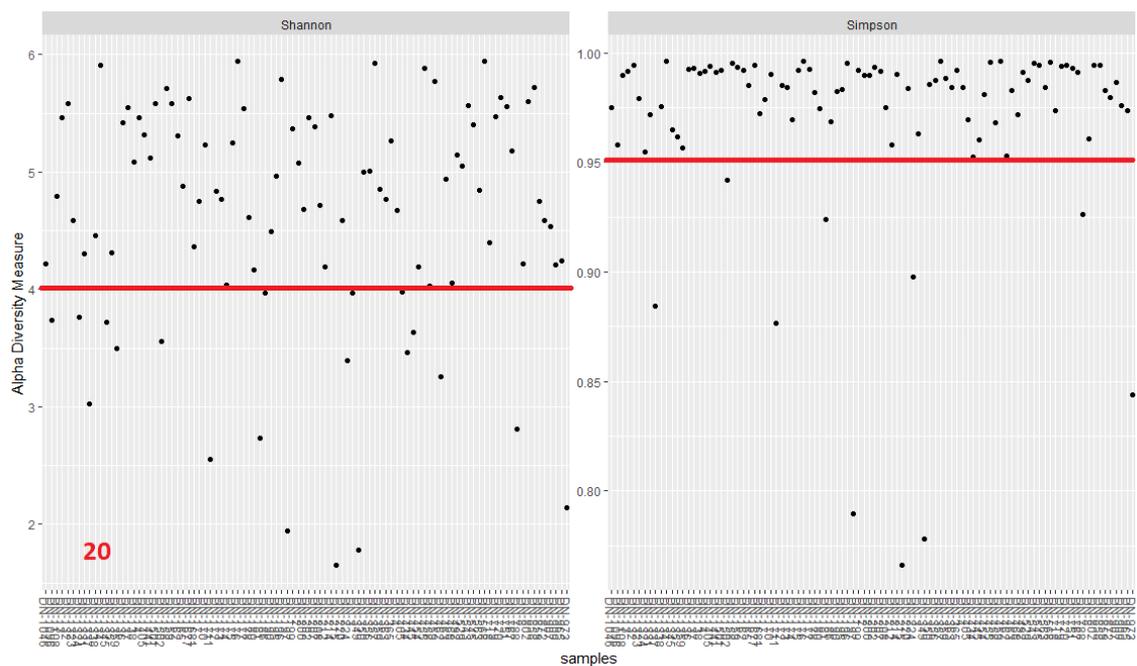


Figura 7 – Gráfico da relação da Diversidade de Espécies por amostras da região V2V3 por análise de Shannon & Simpson
Fonte: autoria própria

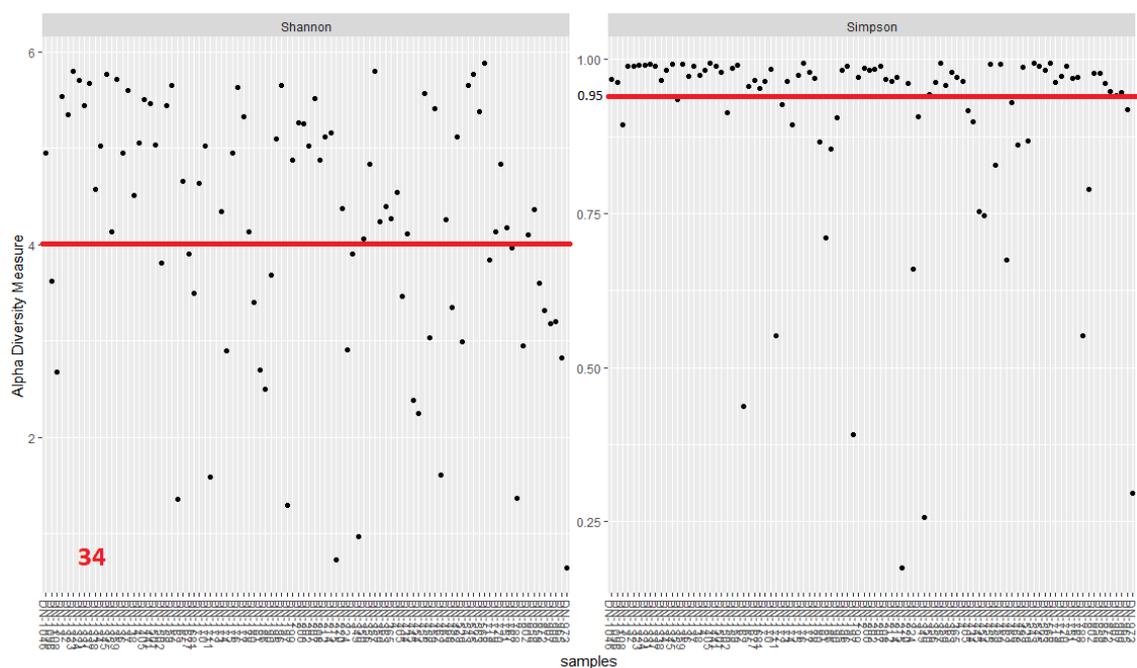


Figura 8 – Gráfico da relação da Diversidade de Espécies por amostras da região V4 por análise de Shannon & Simpson
Fonte: autoria própria

CONCLUSÕES

Foi possível observar após este estudo, que a técnica de sequenciamento foi capaz de identificar um elevado número de microrganismos para ambas as regiões. Mas, tanto

a região V2V3, quanto a região V4, demonstraram diferentes características e comportamentos em relação a análise em questão.

Portanto, visto que a nível de gênero e espécie houve diferença entre as duas regiões (V2V3 vs. V4), uma vez que possuem características diferentes, faz-se necessário uma análise e um estudo prévio específico dos microrganismos para escolha da região ideal para o estudo. Ou seja, a escolha da melhor região dependerá exclusivamente do objetivo da pesquisa com base no grupo de microrganismos de interesse para identificação, pois cada região é capaz de melhor classificar taxonomicamente diferentes grupos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPESP (número da bolsa: 2020 / 15154-7).

REFERÊNCIAS

1. Embrapa; Anuário leite 2019: Sua Excelência, o consumidor [Internet]. Edição: São Paulo: Embrapa Gado de Leite; 2019 [acesso em 2021 Out 20]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-leite>>.
2. Vilela D, Resende JC, Leite JB, Alves E. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas, EMBRAPA. Rev Poli Agr. 2017; 26(1):5-24.
3. Demeu FA, Lopes MA, Da Costa GM, Da Rocha CMBM, Dos Santos G. Efeito da produtividade diária de leite no impacto econômico da mastite em rebanhos bovinos. B. Indústr. Anim. 2016; 73(1):53-61.
4. Quigley L, O'Sullivan O, Beresford TP, Ross RP, Fitzgerald GF, Cotter PD. *Molecular approaches to analysing the microbial composition of raw milk and raw milk cheese*. Int. J. Food Microbiol. 2011; 150:81 –94.
5. Silva RSD. Caracterização da microbiota da glândula mamária bovina saudável e com mastite subclínica e seleção de bactérias potencialmente probióticas isoladas deste ecossistema [tese doutorado]. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais; 2016.
6. Rudkjøbing VB, Thomsen TR, Xu Y, Kreft RM, Ahmed A, Eickhardt S, *et al*. *Comparing culture and molecular methods for the identification of microorganisms involved in necrotizing soft tissue infections*. BMC Infect Dis. 2016; 16:652.
7. Rodrigues-L GF, Cardoso MS, Valdivia HO, Ayala EV, Gontijo CMF, Rodrigues TS, *et al*. *TipMT: Identification of PCR-based taxonspecific markers*. BMC Bioinformatics. 2017; 18:104.

8. Lange CC, Brito MAVP, Brito JRF, Arcuri EF, Souza GN, Machado MA, et al. Uso de PCR e sequenciamento do rDNA 16S para identificação de bactérias do gênero *Staphylococcus* isoladas de mastite bovina. P Vet Bra. 2011; 31(1):36-40.
9. Sales LAT, Nojosa JVN, Neto RNM, Junior ARC, Setúbal RFB, Soares LW, et al. Avaliação de *primers* universais bacteriano em PCR *in silico*. Rev. Investig, Bioméd. 2017; 9(2):98-104.
10. Souza MV, Reis C, Pimenta FC. Revisão sobre a aquisição gradual de resistência de *Staphylococcus aureus* aos antimicrobianos. Ver Pat Trop. 2005; 34(1):27-36.
11. Louca S, Doebeli M, Parfley LW. *Correcting for 16S rRNA gene copy numbers in microbiome surveys remains an unsolved problem*. MBC Microbiome. 2018; 6:41.
12. Uramoto K, Walder JMM, Zucchi RA. Análise quantitativa e distribuição de populações de espécies de *Anastrepha* (*Diptera: Tephritidae*) no campus Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. Neotropical Entomology. 2005; 34(1):33-39.
13. Rodrigues V. Como calcular o índice de diversidade de Simpson no R [Internet]. 2017 [acesso em 2021 Out 25]. Disponível em: <https://medium.com/bio-data-blog/como-calculer-o-%C3%ADndice-de-diversidade-de-simpson-no-r-ca85302a47d6>.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-12>

Capítulo 12

AS BOAS PRÁTICAS AGROPECUÁRIAS (BPA) NA PECUÁRIA DE LEITE: UMA REVISÃO

Mirian Cristina Feiten¹

¹Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Umuarama, PR, Brasil (mirianfeiten.mf@gmail.com)

RESUMO: Leite de qualidade é aquele obtido de vacas sadias e bem alimentadas, que têm suas características nutritivas e composição original garantidas e preservadas ao longo de todo o processo de beneficiamento e/ou produção de derivados. É livre de resíduos (medicamentos, pesticidas, micotoxinas), adulterantes e microrganismos patogênicos, de forma a não oferecer riscos ao ambiente, ao animal e ao ser humano. As Boas Práticas Agropecuárias (BPA) na obtenção higiênica do leite relacionam os procedimentos que diminuem os riscos de contaminação de natureza biológica, química e física, e compreendem todas as etapas realizadas nas propriedades rurais de pecuária de leite. Assim, este trabalho de revisão tem a finalidade de compilar informações teóricas, conforme a legislação em vigor, e experiências práticas disponíveis na literatura da área, a fim de orientar, capacitar ou aprimorar as BPA na pecuária de leite, garantindo assim uma matéria-prima de qualidade ainda na propriedade rural, o que também refletirá em maior segurança à toda a cadeia produtiva.

Palavras-chave: boas práticas agropecuárias; indústria de leite; manipuladores; pecuária de leite; qualidade

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história da humanidade, o leite bovino sempre constituiu um dos alimentos mais completos para o ser humano e tornou-se cada vez mais atrativo por oferecer grandes possibilidades de processamento industrial para a obtenção de diversos produtos derivados (1, 2, 3).

No Brasil, até o início do século XX, o leite era consumido sem nenhum tipo de tratamento, causando uma série de doenças aos consumidores. O transporte do leite era feito em latões pelos escravos e depois passou a ser feito pelos vaqueiros, que o produziam nas periferias das cidades e entregavam diretamente ao consumidor, com um curtíssimo prazo comercial (4, 5).

A contaminação do leite pode ocorrer durante os processos de obtenção, transporte, armazenamento e distribuição (6, 7). No entanto, a etapa de obtenção é determinante para a qualidade final do leite, bem como de seus derivados (8, 9).

Nas indústrias de leite são exigidas as tarefas de melhoria da qualidade de seus produtos, atendendo às exigências legais, como por exemplo, as Instruções Normativas (IN) nº 76 (10) e nº 77 (11) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Entretanto, ainda existem muitas dificuldades em determinadas cadeias produtivas pela falta da cultura e da gestão da qualidade, determinando a baixa qualidade do produto destinado ao consumidor (12, 13). Algumas das dificuldades são o controle e a manutenção da temperatura de armazenamento do leite cru; a falta de água potável e energia elétrica; instalações de ordenha inadequadas; longas distâncias para transporte entre as propriedades e o laticínio; e a carência de informações, de assistência técnica e de treinamentos sobre os procedimentos que permitam a obtenção de um produto com qualidade microbiológica aceitável (8, 14). Há necessidade de investimentos contínuos em boas práticas para prevenção da contaminação na cadeia produtiva do leite (9, 15).

As Boas Práticas Agropecuárias (BPA) e os Procedimentos Padrões de Higiene Operacional (PPHO), além de serem obrigatórios (11), são metodologicamente indispensáveis para o controle de microrganismos e resíduos químicos no produto (6, 7). Porém, eles têm sido aplicados com muita dificuldade nas diversas cadeias produtivas.

As BPA relacionam os procedimentos que diminuem os riscos ao consumidor, da contaminação de natureza biológica, química e física, desde a obtenção da matéria-prima até a distribuição do produto final ao consumidor (16). A procedência da matéria-prima, o transporte, as instalações, o controle de pragas, higienização de equipamentos e utensílios, prevenção de contaminação química, higiene pessoal, qualidade de água, treinamento de funcionários e o processo de produção ou fabricação constituem os requisitos previstos na legislação (10, 11) ou em experimentos que determinam maior segurança aos alimentos (9, 17, 18).

Os PPHO são práticas muito relevantes e, se bem conduzidas e monitoradas, previnem a contaminação através de medidas de verificação e correção (19, 20, 21).

Após a implantação das BPA, a garantia da segurança dos alimentos é, efetivamente, conquistada com a implantação da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC ou HACCP – *Hazard Analysis of Critical Control Points*), que constituem na identificação dos perigos específicos, avaliação dos riscos, estabelecimento das medidas preventivas, pontos críticos de controle, limites críticos e operacionais, medidas corretivas e registros dos procedimentos (14, 20, 22). As dificuldades em se implantar programas de qualidade têm relação com fatores culturais, políticos e econômicos (12).

A falta de BPA determina altas contagens de microrganismos no leite, que causam alterações como a degradação de gorduras, de proteínas e de carboidratos, podendo tornar o produto impróprio ao consumo e à industrialização (6, 18). Em função disso, um dos primeiros parâmetros verificados no campo e na indústria é a acidez do leite. A acidez produz perda da estabilidade, podendo provocar a precipitação das proteínas, diminuição dos sólidos do leite (proteína total, teor de caseína, teor de lipídios, teor de lactose, cálcio e outros minerais), alterações em suas propriedades, alterações no equilíbrio mineral com consequentes problemas na industrialização, como precipitação durante a pasteurização (14), baixo rendimento na fabricação do queijo, aumento do tempo de coagulação e outros problemas em derivados do leite (1, 23).

Garantir a qualidade do produto final implica em um esforço conjunto de todos os agentes que compõem a cadeia produtiva e, no Brasil, a cadeia do leite apresenta inúmeras deficiências quanto à qualidade do produto e a sua gestão, como matéria-prima de baixa qualidade, deficiências no processo de produção na indústria e inadequados

procedimentos para distribuição do produto final (5, 16, 24). A adoção das BPA na produção de leite contribui para garantir assim uma matéria-prima de qualidade ainda na propriedade rural.

Portanto, a implementação das boas práticas é uma forma eficaz de gerenciar os riscos para as empresas rurais no curto e no longo prazo, incentivando os produtores de leite a adotarem proativamente práticas de prevenção, ao invés de esperar para agir depois que os problemas acontecem. Desta forma, este trabalho tem a finalidade de abordar uma revisão bibliográfica com enfoque nas BPA, conforme a legislação em vigor, como uma etapa inicial à aplicação de treinamentos para os proprietários rurais leiteiros.

2. SEGURANÇA DE ALIMENTOS

Segurança de alimentos é o termo usado para se referir à prática de medidas que permitam o controle da entrada de qualquer agente que promova risco à saúde ou integridade física do consumidor (25, 26, 27). Portanto, ela é consequência do controle de todas as etapas da cadeia produtiva, desde o campo até a mesa do consumidor.

É direito das pessoas terem a expectativa de que os alimentos que consomem sejam seguros e adequados para consumo. Todos – agricultores e cultivadores, fabricantes e processadores, manipuladores de alimentos e consumidores – têm a responsabilidade de garantir que o alimento seja seguro e adequado para consumo (6, 7).

A segurança de alimentos é uma preocupação global e impacta tanto consumidores quanto negócios na indústria desse setor. Embora grande parte do abastecimento mundial de alimentos seja segura, vários casos importantes recentes destacam o perigo potencial de doenças de origem alimentar para os consumidores (6). Garantir a qualidade dos alimentos é um objetivo crescente dos governos, das companhias e dos agentes de padronização e certificação do comércio internacional (7).

Várias ferramentas de gestão da qualidade têm sido criadas para oferecer um produto seguro, reduzir custos através da redução de perdas e otimizar a produção (13). Das ferramentas disponíveis podemos citar as Boas Práticas de Fabricação (BPF) (17, 27), Procedimentos Operacionais Padrão (POP) (27, 29), PPHO (20, 21), Série ISO para Gerenciamento da Qualidade (21), Gerenciamento da Qualidade Total (TQM) (30) e o Sistema APPCC (21, 22, 25, 26, 31).

3. QUALIDADE DO LEITE

Qualidade é definida como a capacidade de um produto ou serviço de satisfazer necessidades expressas ou implícitas a um custo competitivo (32). Quando se trata de produtos alimentícios o conceito de qualidade é bastante complexo: além das características relacionadas à aparência, aroma e sabor, a qualidade está diretamente relacionada à integridade físico-química e microbiológica do alimento (13).

Segundo o MAPA (10, 11), entende-se como leite de qualidade aquele obtido de vacas sadias e bem alimentadas, que têm suas características nutritivas e composição original garantidas e preservadas ao longo de todo o processo de produção e beneficiamento. É livre de resíduos (medicamentos, pesticidas e micotoxinas), adulterantes, microrganismos patogênicos, de forma a não oferecer riscos ao ambiente, ao animal e ao ser humano.

O leite é considerado como um dos alimentos mais completos de que se tem notícia, sendo o mesmo constituído de diversos componentes nutritivos. A composição

do leite pode variar em função da origem genética (raça, espécie), estágio de lactação da vaca, idade, saúde do animal, tipo de alimentação fornecida ao rebanho e estação do ano (2, 3). A água é o componente em maior proporção no leite, com aproximadamente 87% da sua composição, e os sólidos totais são os demais componentes, tendo como referência os seguintes valores: gordura (3,9%), proteína (3,4%), lactose (4,8%) e minerais (0,8%).

3.1. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade do Leite Cru Refrigerado

O setor leiteiro tem discutido exaustivamente a qualidade do leite, o que propiciou a elaboração e publicação das referidas IN 76 e 77, constituídas por regulamentos técnicos sobre a produção, identidade e qualidade dos diversos tipos de leite cru e leites pasteurizados no país (10), bem como da obtenção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru refrigerado, a granel, em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial (11).

A Tabela 1 apresenta os requisitos físicos e químicos de qualidade e identidade de leite cru refrigerado e seus respectivos limites, de acordo com a IN 76.

Tabela 1. Requisitos físicos e químicos de qualidade do leite cru refrigerado.

Requisitos, unidade de medida	Limites
Teor de gordura, g/100 g	Mínimo de 3,0
Teor de proteína, g/100 g	Mínimo 2,9
Teor de lactose anidra, g/100 g	Mínimo 4,3
Sólidos não gordurosos, g/100 g	Mínimo 8,4
Sólidos totais, g/100 g	Mínimo 11,4
Acidez titulável, g ácido láctico/100 mL leite	0,14 – 0,18
Densidade relativa a 15 °C, g/mL	1,028 – 1,034
Índice crioscópico, °H	-0,530 – -0,555 (-0,512 – -0,536 °C)
Teste do Alizarol mínimo 72% v/v	Estabilidade

Fonte: BRASIL (2018).

O leite, após ordenhado, tem que apresentar para comercialização, no mínimo, 3,0% de gordura e 2,9% de proteína. Leites com teores mais elevados de gordura e de proteína são melhor remunerados pelo mercado, e os produtores podem vir a sofrer penalizações quando estes forem inferiores. São os componentes mais importantes na fabricação de todos os produtos lácteos derivados pela sua função tecnológica. Já o extrato seco desengordurado do leite é a soma dos teores de proteína, lactose, vitaminas e minerais. O leite tem que ter no mínimo 8,4% de extrato seco desengordurado e valores inferiores podem indicar fraude por desnate ou diluição.

A densidade é a relação entre a massa e o volume do leite (massa do leite dividido pelo volume de leite). Um litro de leite pode pesar de 1,028 kg a 1,034 kg. A determinação da densidade do leite é usada para identificar a adulteração por adição de água ou outros compostos no leite.

O teste de acidez é um dos mais empregados pela indústria para o controle do leite recebido. A acidez do leite é provocada por microrganismos (bactérias) que se alimentam da lactose (açúcar do leite) e a transformam em ácido láctico, provocando o aumento da

acidez ou a redução do pH do leite (azedamento). O resultado do teste de acidez pode variar de 14 a 18 °Dornic (g ácido láctico/100 mL leite). Valores inferiores a 14 °D podem ser interpretados como leite ordenhado de vacas com mastite (33), vacas no fim da lactação ou ainda leite fraudado. Quando o leite apresenta valores de acidez superiores a 16 °D, tem-se uma indicação de que o leite está em processo de acidificação com a perda da qualidade da matéria-prima. O teste do álcool Alizarol (na concentração mínima de 72% v/v) também é realizado para verificar a acidificação do leite, visto que uma matéria-prima de qualidade, que apresenta pH entre 6,6 e 6,8, deve ser estável ao Alizarol.

A crioscopia do leite (temperatura de congelamento) indica a quantidade de água presente no leite e é utilizada pela indústria para verificação de fraude por adição de água no leite. O índice crioscópico é medido em graus Celsius (°C) ou graus Horvet (°H), sendo considerado o intervalo de -0,530 a -0,555 °H ou -0,512 a -0,536 °C para leite não adulterado. Valores acima de -0,530 °H indicam adulteração por adição de água, e abaixo de -0,555 °H sugerem fraude por adição de reconstituintes de densidade, tais como sal, ureia, amido e sacarose; conservantes, tais como bicarbonatos, formol, ácido bórico, peróxido de hidrogênio, bicromato de potássio, hipocloritos e ácido salicílico; ou neutralizadores de acidez, como hidróxido de sódio e bicarbonato de sódio (35).

A IN 77 estabelece fundamentos, critérios e procedimentos básicos e inclui, indispensavelmente, a sanidade animal para ausência de parasitoses e zoonoses, tais como a tuberculose e a brucelose, nos rebanhos e a obrigatoriedade de controle e prevenção da mastite (ou mamite) subclínica, pela contagem de células somáticas (CCS) no leite.

Na mastite subclínica, apesar de ocorrer infecção na glândula mamária, comprometendo a secreção do leite, não há sinal clínico visível. Portanto, a CCS é o instrumento mais preciso de avaliação da saúde da glândula mamária (33), visto que as células somáticas são produzidas pelo organismo quando ocorre infecção na mesma. A mastite subclínica pode ser detectada através do Califórnia Mastite Teste (CMT), que indica uma elevada CCS pela observação da coagulação do leite e/ou formação de gel em contato com o reagente.

A mastite clínica, que também contribui para a elevação da CCS, é fácil de ser identificada e, conseqüentemente, tratada. É possível identificar a doença através da visualização de inflamação do úbere, da sua cor avermelhada, da febre e da dor ao ser tocado pelo bezerro ou pelo ordenhador (33). Além disso, ao se fazer o teste da caneca de fundo preto, o leite apresenta grumos ou até sangue e pus.

Uma vaca com CCS elevada, embora clinicamente não apresente esses sintomas, representa grande prejuízo ao produtor pela diminuição na produção de leite. Estudos têm mostrado redução na produção de leite em vacas adultas com CCS elevada (35, 36, 37). Para a indústria, o leite com CCS alta apresenta menor rendimento na industrialização. Os teores de gordura, lactose, caseína, potássio e cálcio são reduzidos; já o cloro, o sódio e a proteína do soro são aumentados, sendo os dois casos ruins para a industrialização e o consumo do leite (38, 39). A CCS acima de 500 mil/mL no tanque de resfriamento de leite indica que existem vacas doentes no rebanho (10) e este leite não será recebido pela indústria de beneficiamento.

A Contagem Padrão em Placas (CPP) indica a intensidade de contaminação do leite por bactérias, e é expressa em unidade formadora de colônia por mililitro (UFC/mL). As bactérias, quando em quantidades elevadas no leite, causam a perda da qualidade do produto, alterando o sabor, a durabilidade do leite e seus derivados, podendo provocar doenças ao consumidor e prejudicando a remuneração ao produtor. A forma de reduzir a contagem bacteriana total depende exclusivamente de dois fatores: uma boa higiene no

processo de ordenha, limpeza e higienização de utensílios e equipamentos, mãos do ordenhador e do ambiente; e o resfriamento rápido do leite imediatamente após a ordenha, para diminuir a multiplicação das bactérias que já estão presentes no leite. A CPP máxima permitida no leite no momento do recebimento na plataforma do laticínio é 900 000 UFC/mL.

4. TREINAMENTO AOS PRODUTORES DE LEITE

Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO) e a International Dairy Federation (IDF) (6), as boas práticas aplicadas à produção de leite tratam da implementação de procedimentos adequados em todas as etapas realizadas nas propriedades rurais, o que coletivamente é conhecido como Boas Práticas na Pecuária de Leite. Essas práticas devem assegurar que o leite e os seus derivados sejam seguros e adequados para o uso a que se destinam, e também que a empresa rural permanecerá viável sob as perspectivas econômica, social e ambiental.

É importante considerar que os produtores de leite, por fazerem parte da cadeia de produção de alimentos para consumo humano, devem estar conscientes da segurança e qualidade do leite que eles produzem. As boas práticas na pecuária de leite apoiam a produção de leite que satisfaz as mais altas expectativas da indústria de alimentos e dos consumidores.

Os produtores de leite são parte integrante de uma ampla cadeia alimentar e de processamento, e todos os elos da cadeia - produtores de leite, fornecedores de insumos, transportadores, indústrias processadoras de leite e de alimentos, distribuidores, varejistas e consumidores - devem ser parte de um sistema de gestão integrado de garantia da segurança e qualidade. Os produtores de leite podem fazer sua parte, através do treinamento em boas práticas e a sua implementação nas propriedades rurais para produção de leite. As BPA asseguram, ainda, que o leite seja produzido por animais saudáveis e de forma sustentável e responsável em relação aos requisitos de bem-estar animal (40) e as perspectivas econômicas, sociais e ambientais.

A propriedade tem que ser organizada de maneira que facilite e simplifique as execuções das tarefas diárias, reduzindo os riscos de contaminação do leite, meio ambiente e propiciando satisfação às pessoas. O Programa 5S, por exemplo, é conjunto de técnicas para a implementação de um sistema de gestão bem estruturado (Sentos de Utilização, Organização, Limpeza, Padronização e Disciplina) (13, 16).

Cabe ao produtor zelar e garantir que a estrada de acesso a sua propriedade esteja sempre em boas condições de trânsito para caminhões de coleta do leite e outros veículos. A propriedade só deve receber animais oriundos de outros locais com os devidos atestados de sanidade, principalmente de brucelose, tuberculose e aftosa. Nas áreas de ordenha e armazenamento de leite é proibida a presença de animais, como cachorros, gatos, porcos, aves domésticas e selvagens, e outros. A presença destes prejudica a higiene do ambiente e conseqüentemente a qualidade do leite (16). Considerando que muitas doenças dos animais podem ser transmitidas e/ou veiculadas por pessoas, veículos e outros animais, a propriedade produtora de leite deve ter acesso controlado, recebendo apenas pessoas previamente autorizadas.

A contaminação do leite pode ocorrer durante os processos de obtenção, transporte, armazenamento e distribuição. No entanto, a obtenção é determinante para a qualidade final do leite, bem como de seus derivados (8). As normas que estabelecem as BPA envolvem requisitos fundamentais que vão desde as instalações da indústria,

passando por rigorosas regras de higiene pessoal e limpeza do local de trabalho (tais como lavagem correta e frequente das mãos, utilização adequada dos uniformes, disposição correta de todo o material utilizado nos banheiros e o uso de sanitizantes) até a descrição, por escrito, dos procedimentos envolvidos no processamento do produto (41, 42).

Denomina-se manipulador o indivíduo que entra em contato direto com o alimento (leite). Este contato pode se dar durante o processo de ordenha, na manipulação dos utensílios e durante o armazenamento e transporte do leite. Se o manipulador não respeitar as boas práticas no manuseio do leite, pode ocorrer contaminação cruzada - quando ocorre introdução de contaminação biológica, química ou física na matéria-prima através do manipulador (43).

O manipulador tem que manter bons hábitos de higiene (tomar banho diariamente; manter sempre os cabelos limpos e protegidos com touca; evitar barba, bigode, ou protegê-los com máscara descartável. Além disso, deve manter unhas curtas, limpas e sem esmalte; não usar anéis, relógios, fitas, cordões, colares e outros objetos que possam cair no leite e não usar maquiagens e perfumes. O manipulador deve trabalhar sempre de uniforme limpo (trocar todos os dias) e exclusivo para a atividade de ordenha; usar botas de borracha, sempre limpas. No local de trabalho é estabelecido que o manipulador não deve fumar, comer, cuspir, assoar o nariz, enxugar o suor com as mãos durante as atividades de ordenha. Também é vedado espirrar e tossir sobre o leite ou utensílios e deve-se evitar passar as mãos nos animais durante a operação de ordenha. Também é orientado que os manipuladores devem higienizar as mãos e antebraços sempre que: (a) utilizar o sanitário, tossir, espirrar, assoar o nariz ou se coçar; (b) manusear produtos e utensílios de limpeza; (c) manusear qualquer material sujo e estranho à ordenha (16).

Outro aspecto importante em relação aos manipuladores de alimentos, é que o trabalhador tem que apresentar boas condições de saúde para executar suas funções (ordenha, manejo de rebanho, manuseio de utensílios, operação de equipamentos e outras) e não pode exercê-las quando apresentar feridas ou cortes nas mãos, braços ou antebraços; infecção nos olhos; diarreia; resfriado, corrimento no nariz e tosse; infecção na garganta e quaisquer outras doenças que possam comprometer a qualidade do leite (42). A propriedade deve dispor de meios e facilidades para a higiene pessoal, como sanitários, chuveiros, pias, detergente para higienização das mãos e papel toalha para secagem das mesmas.

Manuais e Cartilhas de Boas Práticas Agropecuárias podem ser desenvolvidos e distribuídos em treinamentos aos pecuaristas e manipuladores de leite, de maneira a contemplar todos os principais temas levantados na revisão da literatura especializada e exigidos na legislação atual. Resumidamente, uma boa Cartilha de Boas Práticas Agropecuárias contemplará os seguintes aspectos: perigos químicos, físicos e biológicos em alimentos (quais são, como podem prejudicar a qualidade do leite e colocar a saúde do consumidor em risco, e como podem ser evitados); higiene e saúde do animal (quais os cuidados diários que devem ser tomados com relação à saúde e higiene dos animais a fim de evitar contaminações no leite); higiene pessoal (cuidados básicos de higiene que os manipuladores devem tomar quando da realização de suas tarefas na propriedade); higiene do ambiente e dos utensílios e equipamentos da ordenha (métodos de limpeza e desinfecção do ambiente de ordenha, bem como dos equipamentos e utensílios empregados); planilhas de autocontrole e monitoramento, contendo ações preventivas e corretivas.

Uma linguagem simples e objetiva deve ser utilizada na elaboração da Cartilha, a fim de garantir o completo entendimento de seu conteúdo. Ilustrações e fotos podem ser

incluídas a fim de permitir melhor visualização e compreensão dos tópicos e/ou assuntos abordados.

5. CONCLUSÕES

Para que os produtores sejam bem sucedidos na pecuária de leite, são cada vez mais exigidos parâmetros de qualidade da matéria-prima. Com este intuito, surge a necessidade de conscientização por parte dos produtores visando sempre à melhoria na produção e na qualidade do leite na propriedade rural, para atender às normas vigentes e assegurar um produto final de qualidade aos consumidores.

Assim, as BPA consistem em um conjunto de atividades, procedimentos e ações adotadas nas propriedades rurais com a finalidade de obter leite de qualidade e seguro; no entanto, esta atividade exige do proprietário e/ou administrador conhecimentos básicos da atividade, fazendo com que, além de produzir um alimento seguro, esta atividade ainda gere lucro, traga satisfação pessoal e cumpra sua função social garantindo a qualidade da matéria-prima.

A conscientização pode ser realizada por meio de treinamentos e confecção de Cartilhas que venham a auxiliar e intensificar as BPA, associadas à assistência técnica que deve ser oferecida aos produtores que, certamente, irão melhorar a produtividade e gerar aumento na qualidade da matéria-prima. De maneira geral, os tópicos contemplados nos treinamentos deverão apresentar a importância da qualidade do leite, descrever como aplicar as boas práticas nas propriedades rurais e incentivar a adoção das mesmas na ordenha do leite, ressaltando que as melhorias obtidas beneficiarão a todos os envolvidos na cadeia produtiva. Dessa forma, o objetivo de elevar a qualidade do leite produzido no Brasil estará mais próximo de ser alcançado.

6. REFERÊNCIAS

1. Ordonez J. Tecnologia de alimentos. Volume 1. Componentes dos Alimentos e processos. 1. ed. Porto Alegre: Artmed; 2005.
2. Walstra P, Wouters JTM, Geurts TJ. Dairy Science and Technology. 2. ed. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group; 2005.
3. Park YW, Haenlein GFW. Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health. Iowa, USA: Blackwell Publishing; 2013.
4. Silva PDL. Avaliação, identificação e atividade enzimática de bactérias psicrotólicas presentes no leite refrigerado [dissertação]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); 2005.
5. Moraes MRL, Nóbrega RQ, Souza CF, Carvalho IPPS, Lima ACF, Figueiredo JSB, et al. Atual conjuntura do setor industrial de leite: Estudo da industrialização do leite no Brasil e no Nordeste. Braz. J. of Develop. 2020;6:57085-57095.
6. FAO, IDF. Guia de boas práticas na pecuária de leite. Produção e Saúde Animal Diretrizes. 8. Roma: Food and Agriculture Organization and International Dairy Federation; 2013.
7. FAO, WHO. Milk and Milk Products. 2nd Edition. Roma: Food and Agriculture Organization and World Health Organization; 2011.
8. Vallin VM, Beloti V, Battaglini APP, Tamanini R, Fagnani R, Angela HL, et al. Melhoria da qualidade do leite a partir da implantação de boas práticas de higiene na ordenha em 19

- municípios da região central do Paraná. Londrina: Semina: Ciências Agrárias, 2009;30:181-188.
9. Dereti RM, Gonçalves EB, Zanela MB, Schafhauser Junior J, Alvarenga MB. Boas práticas agropecuárias na produção leiteira: diagnóstico e ajuste de não conformidades. Arq Bras Med Vet Zootec. 2019;71:2075-2084.
 10. BRASIL. Instrução Normativa Nº 76, de 26 de Novembro de 2018. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, Leite Pasteurizado e Leite Pasteurizado Tipo A. Diário Oficial da União. 30 nov 2018; Seção 1:9.
 11. BRASIL. Instrução Normativa Nº 77, de 26 de Novembro de 2018. Aprova os Critérios e Procedimentos para Produção, Acondicionamento, Conservação, Transporte, Seleção e Recepção do Leite Cru em Estabelecimentos Registrados no Serviço de Inspeção Oficial. Diário Oficial da União. 30 nov 2018; Seção 1:10.
 12. Paladini EP. Gestão da qualidade. São Paulo: Atlas, 2000.
 13. Bertolino MT. Gerenciamento da qualidade na indústria alimentícia. Porto Alegre: Artmed; 2010.
 14. Timm CD, Ross TB, Gonzalez HL, Oliveira DS. Pontos críticos de controle na pasteurização do leite em microusinas. Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”. 2004;59:75-80.
 15. Pinto CLO, Martins ML, Vanetti MCD. Qualidade microbiológica do leite cru refrigerado e isolamento de bactérias psicrotóxicas proteolíticas. Food Sci Technol. 2006;26:645-651.
 16. Sindileite. Cartilha de Boas Práticas Agropecuárias – BPA [internet]. Goiânia: Sindicato das Indústrias de Laticínios no Estado de Goiás; 2016 [acesso em 14 Out 2021]. Disponível em: <http://gadoholandes.com/jornal/wp-content/uploads/2016/07/MANUAL-BOAS-PRATICAS-AGROPECUARIAS.pdf>.
 17. Arruda GA. Manual de boas práticas: unidades de alimentação e nutrição. 2. ed. São Paulo: Ponto Crítico; 2002.
 18. Guerreiro PK, Machado MRF, Braga GC, Gasparino E, Franzener ASM. Qualidade microbiológica de leite em função de técnicas profiláticas no manejo de produção. Ciênc. agrotec. 2005;19:216-222.
 19. Robbs PG, Campelo JCF. Produção segura na cadeia do leite. Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”. 2002;53-76.
 20. ABNT. NBR 14900: Sistema de gestão da análise de perigos e pontos críticos de controle - Segurança de alimentos. ABNT Digital. 28 out 2002.
 21. ABNT. NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. ABNT Digital. 30 out 2015.
 22. BRASIL. Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998. Institui o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC. Diário Oficial da União. 16 mar 1998.
 23. Oliveira DS, Timm CD. Composição do Leite com Instabilidade da Caseína. Food Sci Technol. 2006;26:259-263.
 24. Scalco AR, Toledo JC. Um modelo para gerenciar a qualidade na cadeia de produção de leite [doutorado]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos (UFSCar); 2004.
 25. Senai. Guia para implantação de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e do sistema APPCC. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial; 2002.
 26. Senac. As boas práticas na distribuição de alimentos II: cartilha 3. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial; 2004.

27. BRASIL. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Diário Oficial da União. 16 set 2004.
28. Spers EE. Mecanismos da regulação da qualidade e segurança em alimentos [doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo (USP); 2004.
29. BRASIL. Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores / Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores / Industrializadores de Alimentos. Diário Oficial da União. 06 nov 2002.
30. Campos VF. TCQ: Controle da qualidade total (no estilo japonês). 9. ed. Belo Horizonte: Editora Falconi; 2014.
31. Furtini LLR, Abreu LR. Utilização de APPCC na indústria de alimentos. Ciênc. agrotec. 2006;30:358-363.
32. Juran JM, Gryna FM. Controle da qualidade. São Paulo: Makron; 1993.
33. Fonseca LFL, Santos MV. Qualidade do leite e controle da mastite. São Paulo: Editora Lemos; 2001.
34. Abrantes MR, Campêlo CS, Silva JBA. Fraude em leite: Métodos de detecção e implicações para o consumidor. Rev. Inst. Adolfo Lutz. 2014;73:244-251.
35. Bueno VFF, Mesquita AJ, Nicolau ES, Oliveira AN, Oliveira JP, Neves RBS, et al. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. Ciênc. Rural. 2005;35:848-854.
36. Magalhães HR, El Faro L, Cardoso VL, De Paz CCP, Cassoli LD, Machado PF. Influência de fatores de ambiente sobre a contagem de células somáticas e sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. Rev. Bras. de Zootec. 2006;35:415-421.
37. Vasconcelos AS, Ito FH. Principais zoonoses transmitidas pelo leite. Rev. Educ. Contin. MV&Z. 2011;9:32-37.
38. Santos MV. Influência da qualidade do leite na manufatura e vida de prateleira dos produtos lácteos: papel das células somáticas. Diagnóstico da qualidade do leite, impacto para a indústria e questão dos resíduos de antibióticos. CBQL. 2003;1:139-149.
39. Conti RM. A influência da Contagem de Células Somáticas do leite cru no rendimento da produção de queijo prato (lanche), junto ao laticínio Sgorla situado na região do Vale do Taquari – RS [monografia]. Lajeado: Centro Universitário Univates; 2016.
40. OIE. Terrestrial Animal Health Code 2021. Section 7: Animal Welfare [internet]. Paris: World Organisation for Animal Health; 2021 [acesso em 28 set 2021]. Disponível em: <https://www.oie.int/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/>
41. Silva Júnior EA. Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos. 2. ed. São Paulo: Varela; 1995.
42. Zafalon LF, Pozzi CR, Campos FP, Arcaro JRP, Sarmiento P, Matarazzo S. Boas práticas de ordenha. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste; 2008.
43. Curiaki Y. A aplicação das boas práticas na ordenha e o reflexo na qualidade do leite em uma cadeia produtiva no município de Cornélio Procópio, Paraná [dissertação]. Londrina: Universidade do Norte do Paraná (UNOPAR); 2010.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-13>

Capítulo 13

AValiação DA ESTABILIDADE TéRMICA DE BLENDAS DE CELULOSE BACTERIANA/CARBOXIMETILCELULOSE INCORPORADAS COM EXTRATO DE LICOPENO PARA APLICAÇÃO EM EMBALAGENS ALIMENTÍCIAS

Alice da Conceição Alves de Lima¹; Viviane Fonseca Caetano²; Glória Maria Vinhas³

¹Estudante de mestrado em Pós-Graduação em Ciências dos Materiais (PGMTr)- CCEN – UFPE; E-mail: alicialvesdelima@gmail.com, ²Pesquisadora do Depto de Engenharia Química – CTG – UFPE. E-mail: viviane_fc@yahoo.com.br, ³Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Química – CTG – UFPE. E-mail: gmvinhas@yahoo.com.br

Resumo: A embalagem de alimentos desempenha um papel importante na segurança de alimentos. Devido a problemas ambientais e econômicos causados pelos polímeros não-biodegradáveis, o uso de biopolímeros vem se tornando uma alternativa ambientalmente ecológica. Dentre os biopolímeros mais estudados para aplicação em embalagens alimentícias, tem-se a celulose bacteriana (CB). Isso pode ser atribuído às suas características de biodegradabilidade, de biocompatibilidade, de alta cristalinidade e alta resistência à tração. Neste trabalho, foram desenvolvidas blendas de CB e carboximetilcelulose (CMC) com e sem aditivação de licopeno (LIC), como proposta para uma embalagem comestível destinada aos alimentos. A partir dos resultados obtidos, verificou-se que as membranas produzidas se apresentaram opacas e homogêneas; as que foram aditivadas com licopeno apresentaram coloração avermelhada. A partir da análise termogravimétrica (TGA), foi observado que a membrana de CB/CMC e CB/CMC/LIC apresentaram estabilidade térmica semelhantes, entretanto, a temperatura de degradação máxima da blenda com licopeno foi superior à da blenda sem o licopeno.

Palavras-chave: celulose bacteriana; carboximetilcelulose; embalagens alimentícias; extrato de licopeno; TGA

INTRODUÇÃO

A embalagem de alimentos desempenha um papel importante na segurança de alimentos. A embalagem é conhecida como uma camada protetora externa aos alimentos, que tende a proteger os alimentos de quaisquer perigos físicos, químicos ou biológicos. Vários polímeros têm sido estudados e estão presentes no mercado, os quais contribuem substancialmente na formação de filmes para embalagens (1). Aproximadamente, 95% das embalagens produzidas a partir de plásticos não-biodegradáveis não são reciclados e vão para aterros sanitários após um curto uso único, resultando em uma perda anual de \$ 80-120 bilhões para a economia global (2). Esses problemas decorrem da leveza (espessura da microescala), alta tenacidade, estruturas complexas (multicamadas) e

contaminação devido ao contato direto com os alimentos (3). O desenvolvimento de polímeros biodegradáveis fornece uma rota para resolver esses problemas por meio da compostagem dessa embalagem em CO₂, H₂O e biomassa em menos de 6 meses após sua curta vida útil, ao contrário dos plásticos que são incinerados ou depositados em aterro sanitário e permanecem no local por séculos (4).

Devido aos impactos ambientais, os polímeros biodegradáveis de recursos naturais vêm se tornando uma matéria-prima em potencial para o desenvolvimento de novos materiais de embalagem de alimentos. Espera-se que as embalagens biodegradáveis ecologicamente corretas tenham um impacto importante na qualidade dos produtos alimentícios, na indústria e no mercado de alimentos nos próximos anos. O grupo mais extenso de biopolímeros utilizados para produzir filmes biodegradáveis destinados ao setor alimentício são, polissacarídeos e proteínas. Esses hidrocolóides podem ser obtidos de fontes naturais e renováveis, como plantas, animais ou microrganismos. A celulose é o tipo de polissacarídeo mais estudado na área de embalagens biodegradáveis (5).

A celulose é o polímero renovável mais abundante na Terra, é sintetizado como um dos principais componentes da parede celular vegetal e tem sido amplamente estudado nas últimas décadas (6,7). Tradicionalmente, a celulose é extraída de tecidos vegetais, mas também pode ser produzida por algumas espécies de bactérias, incluindo os gêneros *Acetobacter*, *Agrobacterium*, *Gluconacetobacter*, *Rhizobium* e *Sarcina*. A celulose produzida por esses micro-organismos é comumente referida como celulose bacteriana ou CB (7). Embora CB apresente composição química idêntica à celulose vegetal, ela tem atraído amplo interesse de pesquisadores devido à sua alta pureza, biocompatibilidade, excelentes propriedades mecânicas e físico-químicas, alta cristalinidade, alto grau de polimerização, alta capacidade de absorção e retenção de água e alta resistência à tração (7,8). Portanto, CB representa uma alternativa potencial à celulose derivada de plantas para aplicações específicas, como por exemplo na indústria alimentícia (7).

As propriedades de CB podem ser melhoradas a partir da incorporação de polímeros (naturais ou sintéticos), formando as blendas poliméricas. Além de ser possível incorporar substâncias ativas (extratos, óleos essenciais) para formar as embalagens ativas com propriedade nutricional, que visam manter a segurança e a qualidade dos alimentos, juntamente com o prolongamento do prazo de validade. Assim, a embalagem pode funcionar também como uma fonte nutricional complementar do alimento embalado (9,10,11).

A mistura física de polímeros tornou-se gradualmente uma abordagem inovadora para melhorar a relação custo-desempenho das blendas resultantes (12). A carboximetilcelulose (CMC) é um exemplo de polímero natural, derivado da celulose, que pode atribuir novas propriedades a CB pura, devido às suas características de não toxicidade, biocompatibilidade, biodegradabilidade e solubilidade em água (13,14,15).

Recentemente, revestimentos comestíveis e filmes biodegradáveis à base de proteínas e polissacarídeos têm ganhado mais interesse na preservação de alimentos devido às suas atividades antimicrobianas e antioxidantes. No ramo alimentício, filmes à base de biopolímeros podem, ainda, ser ativados formando as embalagens ativas. Como exemplos, tem-se os óleos essenciais e extratos naturais que podem possuir atividade antimicrobiana e/ou antioxidante (16).

Devido ao amplo estudo da celulose bacteriana (CB) como embalagem alimentícia e suas características, este trabalho visou o desenvolvimento de blendas de CB/CMC pura e CB/CMC incorporadas com licopeno (LIC) para avaliar a estabilidade térmica perante

adição de licopeno na membrana. A análise visa a aplicação dos filmes ativos antioxidantes no setor alimentício com função de embalagens e/ou revestimento alimentar.

MATERIAL E MÉTODOS

Micro-organismo

Gluconacetobacter hansenii depositada no Banco de Culturas do Núcleo de Pesquisas em Ciências Ambientais e Biotecnologia (NPCIAMB) da Universidade Católica de Pernambuco foi utilizada como produtora da celulose bacteriana.

Meio de manutenção

A metodologia utilizada para manter a viabilidade do micro-organismo se baseou em estudos realizados por Hestrin & Schramm (HS) (17). O meio HS é composto por 18 g de ágar, 20 g de glicose, 5 g de peptona bacteriana, 5 g de extrato de levedura, 2,7 g de fosfato de sódio dibásico, 1,15 g de ácido cítrico e 1 g de sulfato de magnésio por litro de água com o pH ajustado para 5,0. Os meios foram esterilizados a 121 °C por 15 minutos.

Preparo do inóculo

O meio utilizado para o inóculo foi o meio salino (MS) patenteado por Souza *et al.* (2020) (18). O inóculo foi preparado através da transferência de 3% das bactérias, incubados em meio HS, e 1% de álcool.

Preparo das blendas de CB/CMC e CB/CMC/LIC

O meio utilizado para o desenvolvimento das blendas de CB/CMC e CB/CMC/LIC foi o MS. Para a produção das blendas de CB/CMC utilizou-se 10% do inóculo, incubado durante 3 dias em meio salino, 1% de álcool e 10 g/L de CMC. Para a produção das membranas de CB/CMC/LIC utilizou-se o mesmo meio de produção de CB/CMC com adição de 4,3 g/L de licopeno. O CMC utilizado foi da marca Synth e o licopeno da marca Sunflower.

Lavagem das membranas

As membranas produzidas foram coletadas e lavadas em água corrente, visando remover as bactérias retidas. Para a remoção completa dos resíduos de bactérias restantes, as mesmas foram submersas em água destilada e submetidas à esterilização por 15 minutos à 121 °C.

Secagem das membranas

As membranas, após o processo de esterilização, foram submetidas a secagem à -2 °C por um período de 15 dias.

Análise termogravimétrica (TGA)

As membranas foram caracterizadas a partir da análise termogravimétrica (TGA). Para a realização dessas análises foi utilizado o equipamento Mettler Toledo modelo TGA-2 nas seguintes condições: faixa de temperatura de 30 a 600 °C; taxa de aquecimento de 10 a 10 °C/ min sob atmosfera de nitrogênio. Os pesos das amostras variaram de 2 a 3 mg de celulose bacteriana seca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Membranas

As membranas produzidas apresentaram-se homogêneas, opacas e com uma coloração avermelhada para as que continham licopeno. As membranas apresentaram um diâmetro de 5,3cm e espessura de 0,07mm. A Figura 1 ilustra as membranas úmidas e secas.

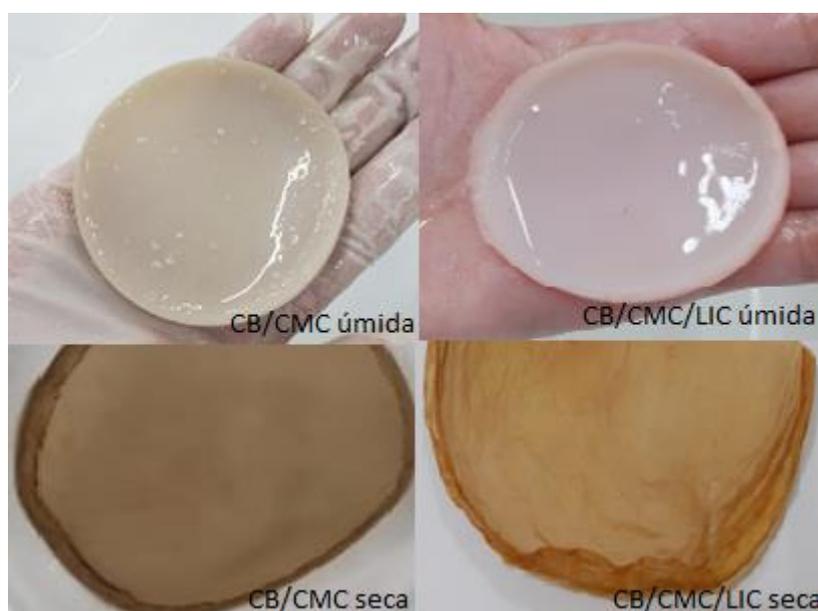


Figura 1 – Membranas CB/CMC e CB/CMC/LIC úmidas e secas.
 Fonte: Da autora.

A Tabela 1 mostra os rendimentos das massas úmidas e secas das membranas. Observou-se uma perda de água elevada de, aproximadamente, 98% após a secagem. Segundo Almeida *et al.* (2013) (19), a CB possui uma capacidade de absorção de água de 99% de sua massa.

Tabela 1: Rendimentos das massas úmidas e secas das membranas CB/CMC e CB/CMC/LIC.

Membranas	Massa úmida (g/L)	Massa seca (g/L)	Perda de água (%)
CB/CMC	15,579	0,379	97,57
CB/CMC/LIC	8,927	0,283	96,83

Fonte: Da autora.

Análise termogravimétrica (TGA)

Essa análise foi realizada visando avaliar o comportamento térmico das membranas na presença do licopeno, extrato natural. As curvas de TGA e da derivada da TGA (DTG) são mostradas nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

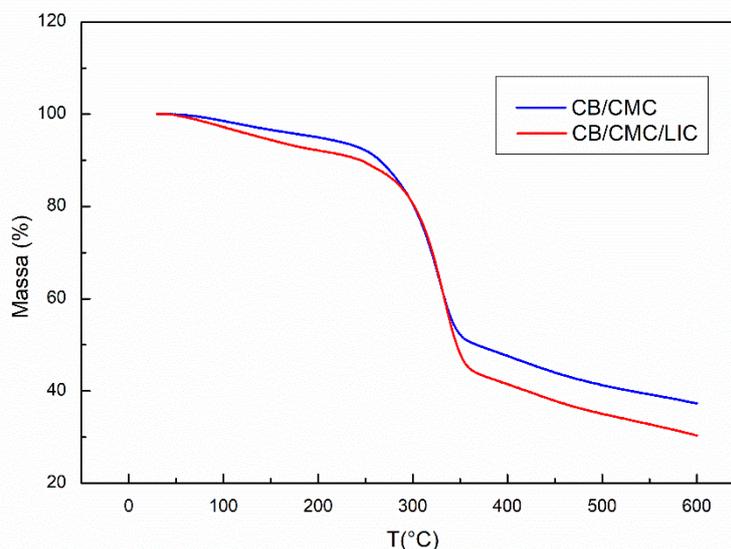


Figura 2- Curva de análise termogravimétrica (TGA).

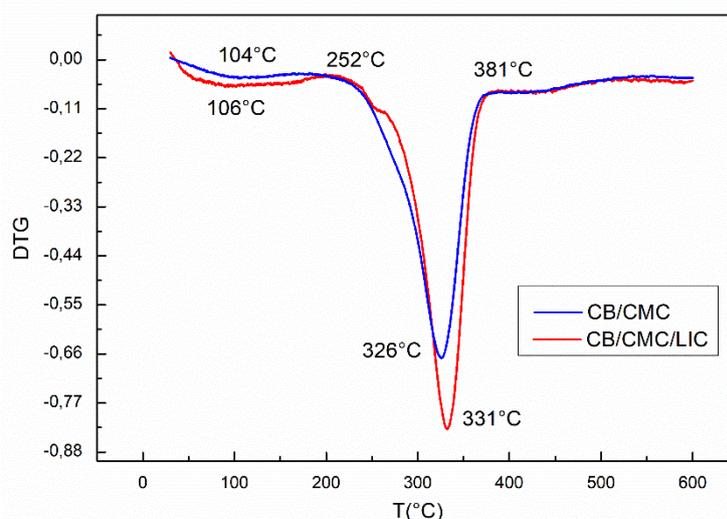


Figura 3- Curvas de derivada de TGA (DTG).

Fonte: Da autora.

Segundo Tomé *et al.* (2010) (20), a celulose bacteriana apresenta um perfil de degradação de perda de massa típico, iniciando sua decomposição térmica a 260 °C e atingindo uma taxa de decomposição máxima a 350 °C, que é comumente atribuída à pirólise CB. Os eventos de degradação da CB na presença do CMC e licopeno foram alterados, conforme observado nas Figuras 2 e 3.

Diante das Figuras 2 e 3, pode ser verificado que os eventos de degradação das blendas CB/CMC na presença ou ausência do licopeno não tiveram diferença quanto ao início e término de degradação. Porém, CB/CMC/LIC apresentou 3 eventos de degradação devido a presença do licopeno, enquanto CB/CMC apresentou 2 eventos de

degradação. O primeiro evento de degradação, para ambas as membranas, ocorreu na faixa de 45 °C a 195 °C e corresponde a evaporação da água residual.

A blenda CB/CMC apresentou como segundo evento de degradação a despolimerização e decomposição da dehidrocelulose em gases, na temperatura de 326 °C. Enquanto a blenda CB/CMC/LIC apresentou este acontecimento em seu terceiro evento de degradação, na temperatura de 331 °C. Este evento de degradação foi relatado pelos pesquisadores Fontes *et al.* (2018) (21). Pode-se observar que a adição do licopeno a essa blenda polimérica contribuiu para o aumento da temperatura máxima de degradação térmica para esse evento.

Além disso, a blenda CB/CMC aditivada com licopeno apresentou como segundo evento de degradação a decomposição do licopeno, na temperatura de 252 °C. Este evento de degradação foi relatado por estudos realizados por Assis *et al.* (2020) (22). As membranas de CB/CMC e CB/CMC/LIC apresentaram uma perda de massa final de 43,61% e 46,61%, respectivamente.

CONCLUSÕES

A temperatura de degradação máxima de CB/CMC foi alterada com a inserção do licopeno. A membrana CB/CMC/LIC apresentou maior estabilidade térmica com uma temperatura de degradação máxima de 331 °C. A incorporação do licopeno na blenda CB/CMC permitiu o acontecimento de um evento de degradação adicional na temperatura de 252 °C, atribuída a decomposição do licopeno. Verificou-se também que a blenda CB/CMC/LIC obteve uma maior perda de massa final, correspondente a 46,61%. As membranas apesar dos diferentes perfis de degradação poderiam ser aplicadas no setor alimentício com função de embalagens e/ou revestimento alimentar. Outros tipos de análises podem ser integrados ao trabalho futuramente para uma melhor descrição do uso das membranas no setor de alimentos.

AGRADECIMENTOS

Ao aporte financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

1. Liu Y, Ahmed S, Sameen DE, Wang Y, Lu R, Dai J. et al. A review of cellulose and its derivatives in biopolymer-based for food packaging application. *Trends Food Sci. Technol.* 2021;112:532-546.
2. Wu, F, Misra M, Mohanty AK. Challenges and new opportunities on barrier performance of biodegradable polymers for sustainable packaging. *Prog. Polym. Sci.* 2021;117:101395.
3. Landim APM, Bernardo CO, Martins IBA, Francisco MR, Santos MB, Melo NR. Sustainability concerning food packaging in Brazil. *Polimeros.* 2016;26.
4. Franchetti SMM, Marconato JC. Biodegradable polymers – a partial way for decreasing the amount of plastic waste. *Quím. Nova.* 2006;29(4).
5. Cazón P, Vázquez M. Bacterial cellulose as a biodegradable food packaging material: review. *Food Hydrocoll.* 2021;113:106530.

6. Mcmanus JB, Wilson L, Yang H, Kubicki JD, Tien M. Kinect analysis of cellulose synthase of *Glucanoacetobacter hansenii* in whole cells and in purified form. *Enzyme Microb. Technol.* 2018;119:24-29.
7. Lin D, Lopez-Sanchez P, Li R, Li Z. Production of bacterial cellulose by *Glucanoacetobacter hansenii* using only waste beer yeast as nutrient source. *Bioresour. Technol.* 2014;151:113-119
8. Liu K, Catchmark JM. Bacterial cellulose/hyaluronic acid nanocomposites production through co-culturing *Gluconacetobacter hansenii* and *Lactococcus lactis* in a two-vessel circulating system. *Bioresour. Technol.* 2019;290:121715.
9. Pinto L, Bonifacio MA, Giglio E, Santovito E, Cometa S, Bevilacqua A. et al. Biopolymer hybrid materials: development, characterization, and food packaging applications. *Food Packag. Shelf Life.* 2021;28:100676
10. Silva IDL, Oliveira FSM, Andrade MF, Brito AMSS, Hallwass F, Vinhas, GM. Evaluation of the potentials of jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) and cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) extracts for use in antimicrobials and antioxidants active packaging. *Rev. Mater.* 2021;26(1).
11. Varghese AS, Siengchin S, Parameswaranpillai J. Essential oils as antimicrobial agentes in biopolymer-based food packaging – A comprehensive review. *Food Biosci.* 2020;38:100785.
12. Ghaderi J, Hossein SF, Keyvani N, Gómez-Guillén MC. Polymer blending effects on the physicochemical and structural features of the chitosan/poly(vinyl alcohol)/fish gelatina ternary biodegradable films. *Food Hydrocoll.* 2019;95:122-132.
13. Deng J, Li W, Ma D, Liu Y, Yang H, Lin J, et al. Synergistic effect of carboxymethylcellulose and *Cryptococcus laurentii* on suppressing green mould of postharvest grapefruit and its mechanism. *Int. J. Biol. Macromol.* 2021;181:253-262.
14. Wang J, Tavakoli J, Tang Y. Bacterial cellulose production, properties and applications with different culture methods – a review. *Carbohydr. Polym.* 2019;219:63-79.
15. Tabasum S, Younas M, Zaeem MA, Majeed I, Majeed M, Noreen A, et al. A review on blending of corn starch with natural and synthetic polymers, and inorganic nanoparticles with mathematical modeling. *Int. J. Biol. Macromol.* 2019;122:969-996.
16. Hamedi H, Kargozari M, Shotorbani PM, Mogadam NB, Fahimdanesh M. A novel bioactive edible coating based on odium alginate and galbanum gum incorporated with essential oil of *Ziziphora persica*: The antioxidant and antimicrobial activity, and application in food model. *Food Hydrocoll.* 2017;72:35-46.
17. Hestrin S, Scharamm M. Synthesis of cellulose by *Acetobacter Xylinum 2*. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose. *Biochem. J.* 1954;58:2:345-352.
18. Souza KC, Vinhas GM, Campelo JM, Lima ISM. Meio de cultura à base de sais e fonte de carbono simples para produção de celulose bacteriana e usos. INPI: BR102020012400-5, Depósito:18/06/2020.

19. Almeida DM, Woiciechowski AL, Wosiacki G, Prestes RA, Pinheiro LA. Physical, chemical and barrier properties in films made with bacterial cellulose and potato starch blend. *Polimeros*. 2013;23(4).
20. Tomé LC, Brandão L, Mendes AM, Silvestre AJD, Neto CP, Gandini A, Marrucho IM. Preparation and characterization of bacterial cellulose membranes with tailored surface and barrier properties. *Cellulose*. 2010;17:1:1203–1211.
21. Fontes ML, Meneguim AB, Tercjak A, Gutierrez J, Cury BSF, Santos AM, et al. Effect of in situ modifications of bacterial cellulose with carboxymethylcellulose on its nano/microstructure and methotrexate release properties. *Carbohydr. Polym.* 2018;179:126-134.
22. Assis RQ, Rios PD, Rios AO, Olivera FC. Biodegradable packaging of cellulose acetate incorporated with norbixin, lycopene or zeaxanthin. *Ind. Crop. Prod.* 2020;147:112212.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-14>

Capítulo 14

ASPECTO NUTRICIONAL DA FARINHA DA SEMENTE DA JACA E USO NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Natalia Anselmo do Nascimento¹; Mônica de Almeida Benjamim²; Maria Michele Alves da Silva³; Erlânio Oliveira de Sousa⁴

^{1,2,3}Tecnóloga em Alimentos - Faculdade de Tecnologia - FATEC Cariri; E-mail: natalia.anselmo.com@gmail.com, ⁴Docente/pesquisador do Curso de Tecnologia em Alimentos – Faculdade de Tecnologia – FATEC Cariri; E-mail: erlanio@centec.org.br

Resumo: *Artocarpus heterophyllus*, mais conhecida como jaca, é uma espécie tropical pertencente à família Moraceae, sendo nativa do Índia e comum na Ásia, África e regiões da América do Sul. É conhecida por ser a maior fruta comestível do mundo e de consumo versátil, podendo ser in natura, cozida, como compotas, geleias, marmeladas, sorvetes e mousses. A semente, que por vezes é descartada, pode em geral ser utilizada para fins agroindustriais. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sistemática sobre a farinha da semente da jaca, coletando informações físico-químicas e o aproveitamento para elaboração de produtos alimentícios. O estudo foi conduzido utilizando principalmente os mecanismos de pesquisa científica “Web of Science”, “Science direct”, “Pubmed”, “researchgate”, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações “BDTD”, “Scielo” e “Scirus”, com dados definidos entre os anos de 2000 e 2020. As palavras-chave usadas foram “jaca”, “*Artocarpus heterophyllus*”, “aspecto nutricional” e “produtos alimentícios”. No levantamento, foram encontrados vinte e um trabalhos, destes, vários indicaram a semente da jaca como fonte de nutrientes, como carboidratos, lipídeos, proteínas, fibras e minerais. Em outros trabalhos destacaram a elaboração de produtos alimentícios como pães, biscoitos, barras de cereais, quibes, bebidas lácteas, bolos, entre outros. Os aspectos considerados na revisão permitiram avaliar o potencial nutricional da semente da jaca e seu aproveitamento na geração de produtos alimentícios.

Palavras-chave: *Artocarpus heterophyllus*; resíduos; propriedade nutricional.

INTRODUÇÃO

A família Moraceae é constituída por 37 gêneros e em torno 1.100 espécies, com ocorrência ampla em regiões tropicais (1). O gênero *Artocarpus* possui hábito arbóreo e contém aproximadamente 50 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais da Ásia (2). As espécies de *Artocarpus* são conhecidas pelos seus frutos que se caracterizam por possuir um conteúdo elevado de micro e macronutrientes e que representam um potencial agroindustrial (1, 3).

A espécie *Artocarpus heterophyllus*, mais conhecida como jaca, destaca-se no gênero em relação a estudos fitoquímicos, propriedades biológicas e aplicação no

enriquecimento e desenvolvimento de novos produtos alimentícios (3). Essa espécie é uma árvore tropical, sendo nativa da Índia é comum na Ásia, África e algumas regiões da América do Sul (2). A jaca é rica em nutrientes e compostos bioativos e sua forma de consumo é versátil, podendo ser consumida a polpa in natura, cozida, como compotas, geleias, marmeladas, sorvetes e mousses (4).

A semente da jaca representa em torno de 15% do peso do fruto, e por sua vez, é aproveitada na alimentação humana a bastante tempo, sendo consumidas torradas em forno, assadas em brasa e cozidas (5). Resíduos da semente apresentam características físico-químicas que indicam o aproveitamento no desenvolvimento de novos produtos destinados ao consumo humano e animal, tornando-se uma alternativa para agregar (6).

O aproveitamento de resíduos vegetais, tais como de sementes, vem ganhando espaço, sendo uma forma alternativa para o aproveitamento para elaboração de farinha e/ou como ingrediente para a produção de alimentos totalmente viáveis para serem incluídos na dieta humana (7). Assim, existe uma busca para a inserção de novos ingredientes, incluindo farinhas para inovar formulações de cookies, barras de cereal, bolos, sequilhos, gelatinas, iogurtes dentre outros (8).

Nesse aspecto, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sistemática sobre a farinha da semente da jaca, coletando informações físico-químicas e a aplicação para elaboração de produtos alimentícios.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado a partir de dados obtidos em pesquisa bibliográfica, utilizando principalmente os mecanismos de pesquisa científica “Web of Science”, “Science direct”, “Pubmed”, “researchgate”, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações “BDTD”, “Scielo” e “Scirus”, com achados no período de 20 anos, de 2000 a 2020. Foram utilizadas as seguintes palavras-chave, isoladamente ou em combinação: “*Artocarpus heterophyllus*”, “jaca”, “aspecto nutricional” e “produtos alimentícios”. Os artigos foram lidos na íntegra e as informações inseridas em uma ficha técnica que incluía autores, ano de publicação, informações nutricionais e produtos desenvolvidos.

ASPECTO NUTRICIONAL

Vários estudos destacam os aspectos nutricionais da semente da jaca e a relação desses trabalhos encontram-se na tabela 01. Os trabalhos mostram que os principais nutrientes da farinha da semente da jaca são os carboidratos, proteínas e fibras. A diferença de valores entre os trabalhos pode dar-se devido a diferença de variedades, maturação das sementes, das condições ambientais, localidade e método de preparo de farinha adotados.

Tabela 1 – Composição nutricional relatada na literatura para a farinha da semente da jaca (*Artocarpus heterophyllus*).

Nutrientes*	Método de desidratação	Referências
Carboidratos (62,39%), fibras (3,5%), proteínas (12,67%), umidade (10,72%), lipídios (0,75%) e cinzas (2,10%)	Estufa a 50°C	(9)
Carboidratos (55,77-60,48%), fibras (15,79-14,70%), proteínas (14,27-12,93%), umidade (6,04-6,55%), lipídios (3,22-2,80%) e cinzas (2,91-2,54%)	Estufa a 72°C	(10)

Carboidratos (70,26%), umidade (14,00%), proteínas (9,00%), cinzas (3,01%), fibras (2,55%) e lipídios (1,10%)	-	(11)
Carboidratos (45,19%), fibras (36,06%), proteínas (12,94%), umidade (8,73%), cinzas (3,75%) e lipídios (1,15%)	Estufa a 60°C	(12)
Carboidratos (57,41%), fibras (27,40%), proteínas (10,54%), cinzas (3,40%), lipídios (1,23%) e umidade (1,21%)	Estufa a 60 e 70°C	(13)
Carboidratos (43,56%), umidade (12,17%), proteínas (7,54%) e cinzas (2,57%)	Estufa a 65°C	(14)
Carboidratos (81,50%), umidade (10,2%), proteínas (6,2%), cinzas (1,2%) e lipídios (0,04%)	Estufa a 70°C	(15)
Carboidratos (79,34%), proteínas (13,50%), umidade (6,09%), fibras (3,19%), cinzas (2,70%) e lipídios (1,27%)	Estufa a 60°C	(16)
Carboidratos (58,38-61,94%), fibras (21,06-3,07%), proteínas (10,50-10,55%), cinzas (3,09-3,20%), lipídios (0,86-1,13%) e umidade (0,09-0,09%)	Estufa a 60 e 70°C	(17)
Carboidratos (39,20%), fibras (29,10%), proteínas (12,00%), umidade (9,24%), lipídios (8,98%) e cinzas (1,53%)	Estufa a 50°C	(18)

PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

A farinha da semente da jaca foi utilizada para a elaboração de diversos produtos alimentícios os quais estão descritos a seguir.

Elaboração de quibes

A substituição é uma alternativa viável para o enriquecimento de produtos alimentícios na tentativa de elevar o valor nutricional com uma matéria-prima de baixo custo. A farinha da semente da jaca foi utilizada na formulação de quibes como substituição parcial e integral da farinha comercial. Os quibes foram avaliados através de análises físico-químicas e sensoriais. As formulações com adição da farinha aumentaram a quantidade de fibra bruta em relação à formulação padrão. Os quibes com substituição parcial tiveram boa aceitação sensorial (19).

Elaboração de bebida láctea

O amido extraído da semente da jaca foi usado como espessante em bebidas lácteas para compensar possíveis alterações físicas causadas pelo soro de leite. As bebidas foram preparadas em diferentes concentrações (0,4, 0,8, 1,2 e 2,5%) e em análises sensoriais demonstraram resultados satisfatórios. A amostra de maior concentração de amido foi a preferida pelos provadores em relação a consistência e textura (20).

Elaboração de chocolate

A elaboração de chocolate com a adição da farinha da semente da jaca foi feita em formulações com quantidades equivalentes a 5, 10 e 15%. A análise sensorial usou o chocolate a 70% como padrão para comparação e foi possível observar que as amostras não obtiveram diferenças significativas. A substituição levou a uma diminuição de 2,34%

na gordura do chocolate, quando comparado com a amostra de 15%. A análise de cinzas mostrou que a substituição agregou conteúdo mineral ao chocolate. O chocolate teve boa aceitação nas porcentagens de 5 a 10% (21).

Elaboração cappuccinos

O uso da semente da jaca em substituição ao cacau em pó para formulações de capuccino foi viável em nível de substituição de 50 a 75%. Foi observado vários benefícios como redução da umidade do produto e aumento da solubilidade e grande aceitação sensorial em relação ao padrão com aroma de chocolate, principalmente em relação a aparência (22).

Elaboração de barras de cereais

A farinha da semente da jaca foi fonte de enriquecimento de barra de cereal em quatro formulações diferentes acrescidos de 25, 50, 75 e 100%. Esse acréscimo teve como benefício o aumento dos teores de proteínas, fibras alimentares e sódio. Por consequência diminuiu a concentração dos teores de gorduras totais e dos valores energéticos. Todas as formulações, exceto a de menor proporção de farinha teve aceitação sensorial pelos provadores (23).

Elaboração de massa alimentícia seca

Amido extraído da farinha da semente da jaca foi usado para a elaboração de uma massa alimentícia sem glúten. O amido encontrado na semente possui propriedades físico-químicas similares às do milho. Seu potencial estabilizante e espessante além da sua elevada capacidade de absorção de água e de óleo, bem como alta temperatura de gelatinização, cristalinidade e boa estabilidade térmica, tornam o amido da semente um produto potencialmente adequado para utilização industrial. No estudo foram elaboradas massas alimentícias seca sem glúten e uma temperada com amido da semente e submetidas a análise sensorial. Nessa avaliação, a massa temperada foi parcialmente aceita pelos provadores e constatou-se a necessidade de aprimoramentos quanto aos ingredientes que compõem a formulação (24).

Elaboração de bolo

A farinha da jaca foi utilizada em formulações de bolo. A massa foi enriquecida com três proporções (5, 10 e 15%) resultando no aumento do teor de proteínas e cinzas e diminuição do teor de gordura. As formulações mostraram-se relativamente aceitáveis por provadores em análise sensorial (25).

Elaboração de biscoito

Foi realizada a incorporação da farinha da semente da jaca em biscoitos em diferentes proporções (10, 20 e 30%). Os resultados demonstraram que as formulações de biscoitos apresentaram maiores quantidades de cinza e fibra bruta. As formulações com maior concentração da farinha mostraram-se mais aceitáveis de acordo com os provadores em análise sensorial (25).

A agregação de farinha da semente de jaca em biscoitos nas proporções de 10, 20 e 30%, não mudou os atributos apreciados em relação à formulação sem a adição em análise sensorial (26). Em biscoitos com adição de 40, 50, 60 e 70% da farinha da semente da jaca foram observados que a formulação com 50% teve melhor aceitação sensorial e levou a economia de 10% dos custos de produção (27). A substituição parcial da farinha de trigo pela farinha da semente da jaca promoveu um aumento principalmente no teor de cinzas e fibras e a diminuição no teor de amidos (28). Formulações de biscoitos com adição de 10 e 20% de farinha de semente da jaca foram submetidas a análise sensorial, com maiores resultados nos itens gostei ligeiramente e gostei muito (29).

A farinha da semente da jaca foi utilizada na elaboração de biscoitos tipo cookie em diferente de 70% de farinha de trigo e 30% de farinha da semente da jaca. Em análises mostraram ser ricos em fibras, além de terem excelente aceitação (superior a 80%) e alta intenção de compra (17). Em cookies com a farinha da jaca em diferentes proporções (10% e 20%) foram destacados alto teor proteico e de ferro, alta solubilidade, baixa absorção de água e não houve diferença na preferência dos consumidores em relação ao controle (13).

Elaboração de pão

O uso da farinha da semente da jaca em vários produtos de panificação melhorou a qualidade nutricional. A farinha mostrou-se como potencial escolha seja ela substituição e enriquecimento parcial da farinha de trigo para elaboração de pães, sendo alta fonte de fibras, além do alto aproveitamento de alimentos (25).

A farinha para o enriquecimento como também para substituição de pães foi usada em três formulações, e destacaram-se em relação aos teores de fibra bruta, enquanto os produtos de panificação são normalmente insuficientes em fibra. Ambas as massas, enriquecida ou substituída, foram relativamente aceitas em análises sensorial, destacando-se em relação ao sabor e textura (14).

Em análises das formulações de pães adicionados da farinha da semente da jaca, nas proporções de 10, 20, 30 e 40%, verificaram-se que quanto maior a concentração da farinha menos rede de glúten é formada. Nas proporções de 20 e 30% foram mais aceitos em análise sensorial (29).

CONCLUSÕES

Na presente revisão foram obtidas informações que destacaram o aspecto nutricional da farinha da semente da jaca e suas aplicações no desenvolvimento de produtos alimentícios. Os estudos relatados na literatura apresentam a farinha com fonte dos principais nutrientes, carboidratos, proteínas e fibras e como ingrediente adequado para uso na formulação de variados produtos como pães, biscoitos, barras de cereais, quibes, bebidas lácteas e bolos entre outros, o que dá abertura para novas pesquisas nesse aspecto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro fornecido pela FUNCAP.

REFERÊNCIAS

1. Liu YP, Yu XM, Zhang W, Wang T, Jiang B, Tang HX, et al. Prenylated chromones and flavonoids from *Artocarpus heterophyllus* with their potential antiproliferative and anti-inflammatory activities. *Bioorg Chem.* 2020;101:104030.
2. Gupta AK, Rather MA, Jha AK, Shashank A, Singhal S, Sharma M, et al. *Artocarpus lakoocha* Roxb. and *Artocarpus heterophyllus* Lam. flowers: new sources of bioactive compounds. *Plants.* 2020;9:1329.
3. Fu YH, Guo JM, Xie YT, Yu XM, Su QT, Lei Q, et al. Prenylated chromones from the fruits of *Artocarpus heterophyllus* and their potential Anti-HIV-1 activities. *Agric. Food Chem.* 2020;68:2024-30.
4. Pereira VJ, Kaplan MAC. *Artocarpus*: Um gênero exótico de grande bioatividade. *Floresta e Ambiente.* 2013;20:1-15.
5. Santos RN. Desenvolvimento de massa alimentícia seca sem glúten à base de amido da semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2020.
6. Sousa APM. Utilização de resíduos de jaca no desenvolvimento de novos produtos [dissertação]. Cuité: Universidade Federal de Campina Grande; 2016.
7. Sousa CDT, Sousa MRS, Sousa YG, Leal MKVS, Sousa EO. Elaboração e qualidade de farinhas de amêndoas de frutos típicos da biorregião do Cariri Cearense. *Rev. Bras. Agrotecnol.* 2021;11:34-8.
8. Silva JCC. Avaliação bromatológica da farinha de semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) como possível substituinte da aveia para elaboração de barras de cereais. 2019. 43 f. Trabalho de conclusão de curso (curso de graduação em nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2019.
9. Verma D, Mishra S, Dubey P. Assessment of physio-chemical & functional properties of jack fruit (*Artocarpus heterophyllus*) seed powder. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2020;10:1-8.
10. Almeida IS. Avaliação da farinha de semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) como ingrediente substituinte da aveia em barras de cereais [Dissertação]. Governador Mangabeira: Faculdade Maria Milza; 2019.
11. Silva JCC. Elaboração de cookie adicionado de farinha da semente de jaca e doce de leite vegano: avaliação física e sensorial. 2019. 44 f. Trabalho de conclusão de curso (curso de graduação em nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2019.
12. Vicentini MS. Biscoitos amanteigados isentos de açúcar de adição elaborados parcialmente com polpa e semente de jaca [Dissertação]. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2015.
13. Nascimento MRF. Caracterização e aproveitamento das farinhas dos caroços de abacate (*Persea gratissima* Gaertner f.), jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) e seriguela (*Spondias purpurea* L.) para elaboração de biscoitos tipo cookies [Tese]. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2014. 128.
14. Santos DB, Machado MS, Araújo AF, Cardoso RL, Tavares JTQ. Desenvolvimento de pão francês com a adição de farinha de caroço de jaca (*Artocarpus integrifolia* L.). *Enciclopédia Biosfera.* 2012;8:1-6.
15. Hasan SMK. Preparation of biscuit from jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) seed flour blended with wheat flour. *Agriculturists.* 2010;1:10-8.

16. Fidelis CKO, Bansa D, Boatín R, Adom T. Physico-chemical, functional and pasting characteristics of flour produced from jackfruits (*Artocarpus heterophyllus*) seeds. *Agr. Biol. J. N. Am.* 2010;1:903-8.
17. Borges SV, Bonilha CC, Mancini MC. Sementes de jaca (*Artocarpus integrifolia*) e de abóbora (*Curcubita moschata*) desidratadas em diferentes temperaturas e utilizadas como ingredientes em biscoitos tipo cookie. *Alim. Nutr. Araraquara.* 2006;17:317-21.
18. Santos CT. Farinha da semente de jaca: caracterização físico-química e propriedades funcionais [Dissertação]. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2009.
19. Landim LB, Bonomo RC, Reis RC, Silva NM, Veloso CM, Fontan RC. Formulação de quibes com farinha de semente de jaca. *Cient. Ciênc. Biol. Saúde.* 2012;14:87-93.
20. Landim LB. Desenvolvimento e caracterização de produtos utilizando semente de jaca [Dissertação]. Bahia: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2011. 99.
21. Goes MHN, Coutinho JP, Amorim FAC, Romero JC. Elaboração e análise de chocolate enriquecido com farinha de caroço de jaca. Atena; 2020.
22. Spada FP, Silva PP, Mandro GF, Margiotta GB, Spoto MH, Canniatti-Brazaca SG. Physicochemical characteristics and high sensory acceptability in cappuccinos made with jackfruit seeds replacing cocoa powder. *Plos one.* 2018;15:1-12.
23. Almeida I. Avaliação da farinha de semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) como ingrediente substituinte da aveia em barras de cereais [Dissertação]. Bahia: Faculdade Maria Milza; 2016. 63.
24. Rocha N. Desenvolvimento de massa alimentícia seca sem glúten à base de amido da semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) [Dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2020.
25. Roji W, Nagma M, Yogesh G, Sukhmani G, Vikas K, Anil P. Jackfruit seed: an accompaniment to functional foods. *Braz. J. Food Technol.* 2019 22:22:1-9.
26. Silva MA. Elaboração e avaliação sensorial de biscoitos amanteigados adicionados de farinha da semente de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) [Trabalho de Conclusão de Curso]. Cuité: Universidade Federal de Campina Grande; 2019. 47.
27. Vicentini MS. Biscoitos amanteigados isentos de açúcar de adição elaborados parcialmente com polpa e semente de jaca [Dissertação]. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2015. 93.
28. Reis RZ, Moura EV, Brandão WA, Brandão HC, Ottobell I, Mendonça SN, editors. II Mostra Científica de Alimentos. Qualidade microbiológica e sensorial de biscoito de farinha de semente de jaca, 2016. 161 p. v. 2.
29. Marostica MS. Uso da farinha da semente e da polpa de jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) no preparo de pães. 13ª Mostra Acadêmica UNIMEP. 2015. [acesso em 2021 Set 19]. Disponível em: <http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/13mostra/5/932.pdf>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-15>

Capítulo 15

ELABORAÇÃO E ANÁLISE DE QUIBE DE CARNE COM ADIÇÃO DA TORTA DA AMÊNDOA DE PEQUI (*Caryocar coriaticum* Wittm.)

Vanessa Miranda Feitosa¹; Maria Tamires Gonçalves da Silva²; Jean Ferreira Machado³; Maria Karine de Sá Barreto Feitosa⁴; Erlânio Oliveira de Sousa⁵

^{1,2,3,4}Tecnóloga em Alimentos - Faculdade de Tecnologia - FATEC Cariri; E-mail: vanessa.mfeitosa95@hotmail.com, ⁵Docente/pesquisador do Curso de Tecnologia em Alimentos – Faculdade de Tecnologia – FATEC Cariri; E-mail: erlanio@centec.org.br

Resumo: O pequizeiro *Caryocar Coriaticum* Wittm. é uma espécie nativa, perene, típica da região do Cerrado, especialmente na Chapada do Araripe, que pode ser classificada como frutífera ou oleaginosa devido às suas características e formas de utilização. A torta, em particular, apresenta inúmeras possibilidades de aplicação, incluindo farinhas, produtos para panificação, embutidos, cereais, salgados e biscoitos. O presente trabalho teve como objetivo elaborar e enriquecer quibe de carne com adição de diferentes concentrações da torta da amêndoa do pequi. A torta residual foi obtida após desidratação e extração de óleo fixo. Na formulação dos quibes foram usadas três diferentes proporções da torta (1,0, 2,0 e 3,0%). Nos quibes foram encontrados os seguintes valores: umidade (53,58 a 60,62%), carboidratos (30,10 a 34,19%), lipídeos (5,78 a 7,15%), proteínas (1,40 a 3,31%) e cinzas (1,22 a 1,42%) e valor energético total (79,27 a 86,0 kcal/100g). Os resultados obtidos evidenciaram a torta da amêndoa do pequi como ingrediente para ser incorporado na elaboração de quibes, que por sua vez, apresentaram características nutricionais e energética peculiares, podendo ser uma alternativa viável para o aproveitamento da torta e agregar valor ao pequi.

Palavras-chave: análises físico-química; formulação de quibes; produto alimentício

INTRODUÇÃO

O pequizeiro é uma planta nativa, perene, típica da região do Cerrado, que pode ser classificada como frutífera ou oleaginosa em razão das suas características e formas de utilização (1). Existe em torno de 12 espécies espalhadas em todas as regiões brasileiras, seu fruto de cheiro e sabor peculiares, é bastante apreciado pela população nas regiões de ocorrência (2).

Na parte mais setentrional do Nordeste brasileiro, é encontrada a espécie *Caryocar Coriaticum* Wittm. (pequi) que exerce um importante papel socioeconômico na Chapada do Araripe e circunvizinhanças, nos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí (3). Em caráter geral, mesmo com a exploração extrativa, inúmeras famílias se beneficiam na época de safra do pequi, tendo a cultura como fonte de renda e de emprego (4).

A importância econômica do pequi está relacionada ao valor nutritivo e terapêutico devido ser uma fonte de proteínas, fibras, vitaminas, sais minerais e compostos bioativos (5). Pesquisas permitiram esclarecer sobre os benefícios do pequi para a saúde e alavancaram alternativas viáveis para a aplicação no desenvolvimento de produtos alimentícios (2,6).

De particular importância, a amêndoa é comestível e estudos revelaram informações sobre a sua composição química e qualidade além de seus derivados, como farinha, óleo, concentrado e isolado proteico, leite e torta (4, 2, 6,7). A torta apresenta inúmeras possibilidades de aplicação, visando o enriquecimento de uma grande variedade de grupos de alimentos, tais como: produtos para panificação, bebidas, embutidos, farinhas, leites, cereais, snacks, salgados, doces, sorvetes, chocolates, biscoitos, bombons, entre outros (6).

Uma outra alternativa viável no uso da torta do pequi é na elaboração de quibe, que é um produto cárneo industrializado, obtido de carne bovina ou ovina, moída, adicionado com trigo integral, acrescido de ingredientes. Quando a carne utilizada não for bovina ou ovina, será denominado de quibe, seguido do nome da espécie animal de procedência. O mesmo trata-se de um produto cru, frito ou assado, dentre os componentes obrigatórios tem-se a carne, trigo integral e água, já os opcionais são o sal, gordura vegetal ou animal, proteína de origem animal, recheios, condimentos, aromas e especiarias (8).

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo a elaboração de quibe de carne com adição de diferentes concentrações da torta da amêndoa do pequi, para enriquecimento nutricional do quibe e agregar valor ao pequi.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e identificação botânica

Frutos de pequizeiro foram obtidos no Centro Vocacional de Técnico (CVTec) no Município de Barbalha, CE, Brasil. Uma exsicata da espécie foi preparada e enviada ao Herbário Prisco Bezerra da Universidade Federal do Ceará, identificada pela Prof^a. Dr^a. Lígia Queiroz Matias e depositada sob o número de acesso 44523.

Obtenção da amêndoa

Os frutos foram inicialmente cortados para a remoção dos caroços, os quais foram despulpados manualmente através do uso de facas de aço inox e, em seguida, foram submetidos a estufa por 24 h a 40 °C para desidratação e facilitar o desprendimento da amêndoa. Posteriormente, realizou-se a seleção dos caroços visualmente, separando-se entre eles os danificados e com rachaduras. Os caroços foram partidos usando facas de aço inox e as amêndoas retiradas com auxílio de pinças de aço e em seguida armazenadas.

Obtenção da torta

A torta da amêndoa foi obtida após extração do óleo fixo pelo método de extração mecânica em prensa hidráulica descontínua, utilizando-se 500 g da amostra adicionada em um cilindro de aço inox e levado à prensa sob uma pressão de 15 T, por cerca de 2 h. Após obtenção, foi acondicionada em embalagem plástica sem controle atmosférico (temperatura do ar de 26°C e umidade relativa do ar \pm 40%).

Elaboração de quibes

Os quibes foram elaborados tendo uma formulação básica para controle, e outras três adicionadas da torta em diferentes proporções. Os ingredientes das formulações foram devidamente pesados para cada formulação (Tabela 01).

Na elaboração dos quibes os condimentos (hortelã, pimenta e coentro) devidamente triturados e o sal foram acrescentados à mistura de farinha de quibe, torta e carne bovina moída, sendo misturados manualmente de acordo com cada formulação até se obter uma massa homogênea.

O tempo de mistura foi de aproximadamente 5 min para cada formulação e a massa resultante foi aberta sobre mesa inox, a partir da qual foram moldados manualmente os quibes com peso médio de 40 g. Os quibes foram embalados em sacos plásticos de polietileno e congelados em freezer doméstico (-18 °C), até o momento das análises.

Tabela 3 – Formulações de quibes sob diferentes proporções da torta da amêndoa do pequi.

Ingredientes	Formulações			
	F0	F1	F2	F3
Trigo para quibe (g)	250,0	250,0	250,0	250,0
Carne (g)	300,0	300,0	300,0	300,0
Hortelã (g)	15,0	15,0	15,0	15,0
Pimenta (g)	25,0	25,0	25,0	25,0
Sal (g)	qsp*	qsp*	qsp*	qsp*
Coentro (g)	qsp*	qsp*	qsp*	qsp*
Torta da amêndoa do pequi (g)	-	5,0	10,0	20,0

(F0) fórmula padrão; (F1) fórmula a 1%; (F2) fórmula a 2%; (F3) fórmula a 3%.

Caracterização físico-química dos quibes

As caracterizações físico-química da farinha e dos sequilhos foram realizadas em triplicata (n=3). A umidade foi determinada pelo método da perda por dessecação em secagem direta em estufa a 105°C por 24 h (9). Os lipídeos foram determinados pelo método de Soxhlet com extração da fração hexânica por fluxo intermitente e os carboidratos obtidos por diferença (9). As proteínas foram determinadas por método de Kjeldahl, onde se fez a digestão e destilação da amostra, utilizando o fator de 6,5 para conversão do nitrogênio em proteína (9). As fibras foram analisadas em três fases, a primeira sendo em solução ácida, a segunda em solução básica e a terceira em forno mufla a 550 °C (9).

Informação nutricional dos quibes

Para proceder aos cálculos necessários para obter informações nutricionais dos pães, utilizou-se como base a RDC nº 359 (10). Os cálculos foram em relação a 40 g do quibe (1 unidade) com base em uma dieta de 2.000 Kcal/dia. O valor energético foi calculado pela soma e multiplicação dos macronutrientes (proteína, carboidrato, lipídio) pela quantidade de energia fornecida por cada um (% de proteína x 4 kcal + % de lipídios x 9 kcal + % de carboidratos x 4 kcal) expresso em kcal/100g.

Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram utilizados para cálculo de médias e desvio padrão. Os valores foram submetidos a análise de variância pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de significância no programa estatístico GraphPad Prism 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 são apresentados os resultados da composição físico-química dos quibes elaborados com adição de diferentes proporções da torta da amêndoa do pequi. Os valores da umidade variaram de 53,58 a 60,62% e houve um maior teor para a F3 em relação as demais formulações. Em parte, os valores encontrados têm uma relação com os ingredientes usados, pois a torta da amêndoa tem demonstrado baixa umidade (6).

Valores de umidade para quibes enriquecidos têm sido bem variados. Quibes enriquecidos com chia demonstraram umidade variando de 40,81 a 48,32% (11) e enriquecido com resíduo do cervejeiro e biomassa de banana variando de 5,70 a 5,72% (12). A umidade é um dos fatores mais importantes que afetam os alimentos, pois tem efeito direto na manutenção da qualidade. O teor de umidade contribui para uma maior conservação do produto, aumentando o tempo de vida útil, uma vez que reduz a água disponível para a proliferação dos microrganismos e para as reações químicas (13), (14).

Tabela 2 – Composição físico-química de quibes sob diferentes proporções da torta da amêndoa do pequi.

Parâmetros	Formulações			
	F0	F1	F2	F3
Umidade (%)	56,79 ± 1,00 ^a	53,58 ± 1,50 ^a	56,18 ± 0,80 ^a	60,62 ± 2,00 ^b
Carboidratos (%)	30,10 ± 1,50 ^a	34,19 ± 1,30 ^b	32,89 ± 0,70 ^a	33,23 ± 1,25 ^a
Lipídeos (%)	7,15 ± 0,70 ^a	8,04 ± 0,90 ^a	7,65 ± 0,40 ^a	5,78 ± 0,50 ^b
Proteínas (%)	1,40 ± 0,10 ^a	1,52 ± 0,24 ^a	2,97 ± 0,40 ^b	3,31 ± 0,50 ^b
Cinzas (%)	1,34 ± 0,01 ^a	1,22 ± 0,05 ^a	1,40 ± 0,04 ^a	1,42 ± 0,03 ^a

(F0) fórmula padrão; (F1) fórmula a 1%; (F2) fórmula a 2%; (F3) fórmula a 3%. Os resultados são expressos em média ± desvio padrão (n=3). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de *Tukey* (p=0,05).

Os teores de carboidratos para os quibes variaram de 30,10 a 34,19%, com maior valor para F1. Os resultados apontaram para uma possibilidade da redução de carboidratos nas formulações com a adição da torta. Para proteínas, os teores variaram de 1,30 a 3,31 e percebeu-se um aumento significativo e crescente nas formulações F2 e F3 em relação ao controle. Quibes adicionados de chia apresentaram teores significativos de carboidratos variando de 17,40 a 20,74% e tiveram teores proteicos acrescidos, como valores variando de 15,44 a 23,62% (11).

As formulações de quibes apresentaram baixos teores de lipídeos, variando de 8,04 a 5,78%. Amêndoa do pequi é relatada por ser rica em lipídeos (4), (7), no entanto, a extração do óleo por prensagem colaborou com a redução do teor lipídico, que contribuiu de forma positiva para a obtenção de uma torta menos calórica. Essa estratégia promoveu a um maior aproveitamento da amêndoa, pois, além do óleo, foi obtida a torta usada nesse trabalho na elaboração dos quibes. Quibes elaborados com a farinha de semente da jaca também apresentaram valores baixos para lipídeos, com resultados variaram de 1,32 a 1,82% (8).

Os teores de cinzas nas formulações variaram de 1,22 e 1,42% e não houve diferença estatística entre as formulações. Esse parâmetro é relevante, pois, pode ser utilizado como medida geral da qualidade de minerais contido no produto, determinação de alimentos ricos em minerais e também é ponto de partida para a análise de minerais específicos (15).

Os teores de cinzas nas formulações adicionados da torta de pequi variaram de 1,22 e 1,42% e não houve diferença estatística entre as formulações. No entanto, os resultados indicam uma tendência do aumento de cinzas e conseqüentemente mineiras com o aumento da torta. Resultados semelhantes foi observado para quibes adicionados de resíduo do cervejeiro e biomassa da banana verde, com valores variaram de 1,42 a 1,47% (12).

Informação nutricional

A tabela 3 destaca a informação nutricional dos quibes e apresenta sua relevância nutricional. O valor energético total dos quibes variou de 76,08 a 86,01 kcal/100g, o que corresponde a uma média de 4,05% das necessidades calóricas diárias de um indivíduo adulto. Assim, os quibes demonstraram ser uma baixa fonte energética, mas por outro lado, as formulações F2 e F3 demonstraram ser um recurso proteico.

Tabela 3 – Informação nutricional de quibes adicionados da torta da amêndoa do pequi. Valores expressos referente a uma porção de 40 g (1 unidade).

Componentes	Formulações			
	F0	F1	F2	F3
Valor energético (Kcal)	76,08	86,01	84,86	79,27
Carboidratos (g)	12,05	13,67	13,15	13,30
Lipídeos (g)	2,86	3,21	3,06	2,31
Proteínas (g)	0,56	0,61	1,18	1,32

(F0) fórmula padrão; (F1) fórmula a 1%; (F2) fórmula a 2%; (F3) fórmula a 3%.

CONCLUSÕES

A torta da amêndoa do pequi destacou-se como ingrediente viável para a elaboração de quibes, que por sua vez, demonstraram características distintas em relação aos parâmetros físico-químicos analisados e apresentaram-se como uma alternativa para o aproveitamento da torta. A utilização da torta para o enriquecimento nutricional de quibes, pode ser bem aproveitada recomendando o incremento principalmente de 3%.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da instituição FUNCAP.

REFERÊNCIAS

1. Oliveira MEB, Guerra NB, Barros LM, Alves RE. Aspectos agrônômicos e de qualidade do pequi. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; 2008 [acesso em 25 Jun 2020]. Disponível em:

- https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/pequi2_000g6vgzrwj02wx5ok0wtedt3jlubacj.pdf
2. Reis AF, Schmiele M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. *Braz J Food*. 2019;22(e2017150).
 3. Saraiva RA, Matias EFF, Coutinho HDM, Souza HHF, Fernandes CN, Rocha JBT, et al. Synergistic action between *Caryocar coriaceum* Wittm. fixed oil with aminoglycosides in vitro. *Eur J Lipid Sci Technol*. 2011;113:967-2.
 4. Pereira FFG, Feitosa MKSB, Costa MS, Tintino SR, Rodrigues FFG, Menezes I RA, et al. Characterization, antibacterial activity and antibiotic modifying action of the *Caryocar coriaceum* Wittm. pulp and almond fixed oil. *Nat Prod Res*. 2019;34:3239-42.
 5. Figueiredo PRL, Oliveira IB, Neto JBS, Oliveira JA, Ribeiro LB, Viana GSB, et al., *Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi) fixed oil presents hypolipemic and anti-inflammatory effects in vivo and in vitro. *J Ethnopharmacol*. 2016;191:87-94.
 6. Paulo CRV, Feitosa MKSB, Lisbôa CGC, Moura LB, Silva IMRB, Sousa EO. Elaboração e qualidade de biscoitos tipo cookie enriquecidos com torta da prensagem da amêndoa de *Caryocar coriacium* Wittm. *Rev Agropec Tec*. 2020;41:16-24.
 7. Sousa CDT, Sousa MRSS, Sousa YGS, Leal MKVS, Sousa EOS. Elaboração e qualidade de farinhas de amêndoas de frutos típicos da biorregião do cariri cearense. *Rev Bras Agrotecnol*. 2021;11:34-8.
 8. Landim LB, Bonomo RCF, Reis RC, Silva NMC, Veloso CM, Fontan R, et al. Formulação de quibes com farinha de semente de jaca. *Cient Ciênc Biol Saúde*. 2012;14:87-93.
 9. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4th ed. São Paulo; 2010.
 10. ANVISA. Regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional; 2003.
 11. Domingos MAS, Almeida MÊS, Tano RF, Costa NV, Jardim VHP, Battagin HV. Desenvolvimento e caracterização físico-química e microbiológica de quibe enriquecido com chia. 7º simpósio de segurança alimentar on-line; 2020 [acesso em 25 Jun 2020]. Disponível em: http://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_149.pdf
 12. França TYS, Faria RAPG, Oliveira LCP, Santos JA, Oliveira KS. Determinação da composição bromatológica parcial de quibe elaborado a partir do resíduo cervejeiro (rc) adicionado de biomassa da banana verde (bbv). XV congresso brasileiro de ciência e tecnologia de alimentos; 2016. [acesso em 20 Jun 2020]. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/167.pdf>
 13. Le Lay C, Mounier J, Vasseur V, Weill A, Le Blay G, Barbier G, et al. In vitro and in situscreening of lactic acid bacteria and propionibacteria antifungal activities against bakery product spoilage molds. *Food Control*. 2016;60:247-55, 2016.
 14. Silva M TG, Paulo CRV, Nascimento NA, Sousa EO. Elaboração e caracterização de bolos enriquecidos com a farinha da polpa de *Hancornia speciosa* (mangaba). *Rev Bras Agrotecnol*. 2021;11:118-23.
 15. Campos RP, Silva MJF, Silva CF, Fragoso MR, Candido CJ. Elaboração e caracterização de farinha da casca de pequi. *Cad Agroecol*. 2016;11:1-12.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-16>

Capítulo 16

Aceitabilidade sensorial de barras de cereais saborizadas com seriguela (*Spondias purpúrea*) desidratada

Natália Ferreira Negreiros¹; Maria Aline de Aquino Pessoa¹; Natieli Piovesan²; Bruno Fonsêca Feitosa³; Emanuel Neto Alves de Oliveira²; Fernando Azevedo de Lucena⁴; Rosane Liége Alves de Souza⁵

¹Técnicas em Alimentos – IFRN, E-mail: nati.ne@gmail.com, alineaquinopessoa@hotmail.com;

²Docentes do Curso Técnico em Alimentos, E-mail: Natieli.piovesan@ifrn.edu.br;

emanuel.oliveira16@gmail.com; ³Acadêmico em Engenharia de Alimentos – UFCG, E-mail:

brunofonsecafeitosa@live.com; ⁴Acadêmico em Agroindústria – UFPB, E-mail:

fernando.azevedo07@hotmail.com; ⁵Técnica de Laboratório – UFPB, E-mail: rosaneliege@yahoo.com.br

Resumo: A demanda por alimentos nutritivos, seguros e com alegações de propriedades funcionais está crescendo mundialmente. Por exemplo, as barras de cereais podem ser opções de interesse comercial, principalmente quando incorporadas de diferentes frutas desidratadas. Nesse sentido, objetivou-se com a presente pesquisa investigar o efeito da adição de seriguela desidratada sobre aceitação dos atributos sensoriais, índices de aceitabilidade e intenção de compra de barras de cereais. Foram desenvolvidas duas formulações, com e sem adição de seriguela desidratada, as quais foram submetidas a análise sensorial com 70 provadores, enfatizando a avaliação dos atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância, em Delineamento Inteiramente Casualizado, e as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey*, a nível de 5% de significância ($p < 0,05$). Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre as barras de cereais. Nos atributos aparência, sabor, textura e impressão global foram obtidas notas médias correspondentes aos termos hedônicos entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”. As barras de cereais obtiveram para intenção de compra notas médias correspondentes aos termos hedônicos entre “talvez comprasse/talvez não comprasse” e “provavelmente compraria”. Os produtos com apelo nutritivo e fitoquímico foram bem aceitos pelos consumidores, com IA superior a 75,00%, destacando-se os atributos de textura e impressão global.

Palavras-chave: atributos sensoriais; cereais integrais; consumidores; frutas; produtos alimentícios

INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos nutritivos, seguros e com alegações de propriedades funcionais está crescendo mundialmente (1). Novos produtos alimentícios tem surgido como tendências alternativamente aos doces e guloseimas. Por exemplo, as barras de

cereais diversificadas podem ser adicionadas de cobertura de chocolate, incorporadas de diferentes frutas desidratadas e castanhas (2).

A seriguela (*Spondias purpúrea*) é uma fruta, comumente consumida *in natura*, bem aceita sensorialmente, rica em compostos bioativos e antioxidantes (3), que pode ter seu potencial nutritivo e fitoquímico concentrado após técnicas de desidratação. Os compostos antioxidantes bloqueiam a oxidação provocada pelos radicais livres e atuam na prevenção de doenças (4).

Nesse sentido, objetivou-se com a presente pesquisa investigar o efeito da adição de seriguela desidratada sobre aceitação dos atributos sensoriais, índices de aceitabilidade e intenção de compra de barras de cereais.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), *Campus* Pau dos Ferros-RN. As seriguelas foram colhidas na cidade de São Miguel, RN, Brasil; sendo selecionadas, higienizadas, cortadas manualmente, removidos os caroços e submetidas ao processo de secagem em estufa com circulação de ar, a 60 °C por 24 h. Após resfriamento, as seriguelas desidratadas foram acondicionadas em embalagens plásticas seladas e armazenadas sob congelamentos (-12 °C).

As formulações de barras de cereais foram testadas e definida a adição na proporção de 10%, a qual também foi recomendada como ideal na literatura disponível para outros tipos de frutas desidratadas. Foram utilizados ainda os ingredientes e respectivas proporções apresentadas na Tabela 1.

Tabela 4 – Ingredientes e respectivas proporções utilizados na formulação das barras de cereais.

Ingredientes (%)	Formulações	
	FP	FSD
Glucose de milho	33,0	23,0
Aveia em flocos finos	15,0	15,0
Castanha de caju	12,0	12,0
Flocos de arroz	12,0	12,0
Linhaça	12,0	12,0
Amendoim torrado e descascado	8,0	8,0
Chia	4,0	4,0
Seriguela desidratada	-	10,0
Mel de abelha	4,0	4,0

FP – formulação padrão, FSD – formulação com seriguela desidratada.

Inicialmente, os ingredientes foram pesados, misturados os secos e adicionado o mel de abelha *Apis mellifera* L. A glucose foi posteriormente adicionada na mistura para obtenção da FP. A glucose foi submetida a aquecimento em panela de aço inoxidável e adicionada a seriguela desidratada para obtenção da FSD. Somente então, as formulações foram distribuídas uniformemente em formas de alumínio, individualmente, sendo cobertas com papel filme e prensadas à mão para moldagem das barras. As barras de

cereais foram padronizadas com espessura de aproximadamente 1,5 cm e armazenadas sob refrigeração, a 5 °C por 24 h. Depois, cortou-se as barras nas dimensões aproximadas de 5 cm de comprimento e 4 cm de largura; acondicionou-se e armazenou-se a 5 °C.

A análise de aceitação sensorial foi realizada com 70 provadores, pertencentes a ambos os sexos, não treinados e com faixa etária entre 15 e 40 anos, de acordo com a recomendações de Dutcosky (5). Foram avaliados os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, a partir de uma escala hedônica de 9 pontos, variando de “1 – desgostei muitíssimo” a “9 – gostei muitíssimo”. Posteriormente, foram calculados os Índices de Aceitabilidade (IA) de cada atributo de aceitação sensorial, através da Equação 1.

$$IA (\%) = \frac{M}{N} * 100 \quad (1)$$

Em: M – nota média geral obtida pelo atributo;

N – nota máxima adquirida pelo atributo.

Também foi avaliada a intenção de compra, a partir de uma escala hedônica de 5 pontos, variando de “1 – certamente não compraria” a “5 – certamente compraria”. Os dados obtidos foram avaliados com o auxílio do *software Assistat* versão 7.7 beta (6). Utilizou-se a Análise de Variância (ANOVA), com Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). As médias foram comparadas pelo teste de *Tukey*, a nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos atributos de aceitação sensorial, IA e intenção de compra das barras de cereais estão apresentados na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 5 – Notas médias para os atributos de aceitação sensorial das barras de cereais.

Atributos	Barras de cereais	
	FP	FSD
Aparência	7,22 ± 1,41 ^a	7,00 ± 1,68 ^a
Aroma	6,87 ± 1,68 ^a	6,94 ± 1,57 ^a
Sabor	7,28 ± 1,45 ^a	7,14 ± 1,50 ^a
Textura	7,30 ± 1,53 ^a	7,14 ± 1,39 ^a
Impressão global	7,33 ± 1,20 ^a	7,20 ± 1,30 ^a
Intenção de compra	3,92 ± 0,92 ^a	3,88 ± 0,81 ^a

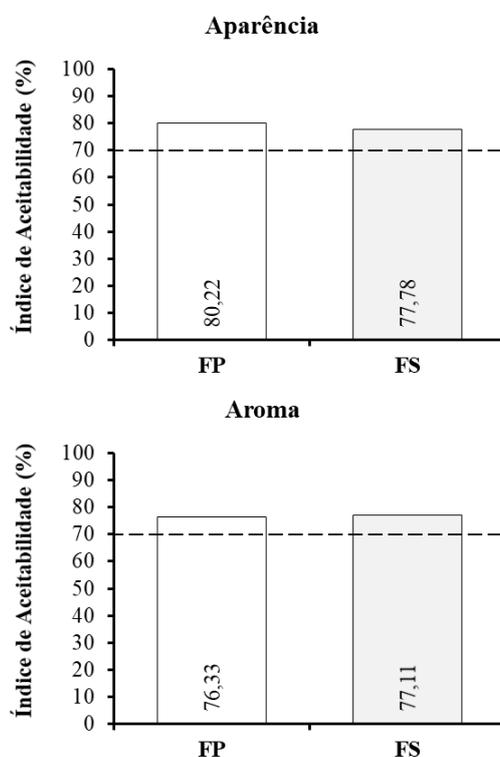
FP – formulação padrão, FSD – formulação com seriguela desidratada. Média ± desvio padrão seguidos na linha pela mesma letra não diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) entre as barras de cereais. Nos atributos aparência, sabor, textura e impressão global foram obtidas notas médias correspondentes aos termos hedônicos entre “gostei moderadamente” e

“gostei muito”. Já o atributo aroma obteve notas médias correspondentes aos termos hedônicos entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Os IA indicaram valores superior a 75,00%, com maior destaque para os atributos textura e impressão global. Os percentuais de IA superior a 70,00% demonstram boas perspectivas de aceitação para que os produtos possam ser lançados no mercado (5). Apenas foi verificado IA superior para FSD no atributo aroma (77,11%), que pode ser atribuído as características sensoriais próprias da seriguela, possivelmente intensificadas pela técnica de desidratação.

As barras de cereais obtiveram para intenção de compra notas médias correspondentes aos termos hedônicos entre “talvez comprasse/talvez não comprasse” e “provavelmente compraria”. Possivelmente, a intenção de compra indicada pelos provadores pode ter sido prejudicada, em decorrência da predominância do público adolescente, o qual tende a ser menor interessado em produtos com apelo a saudabilidade.



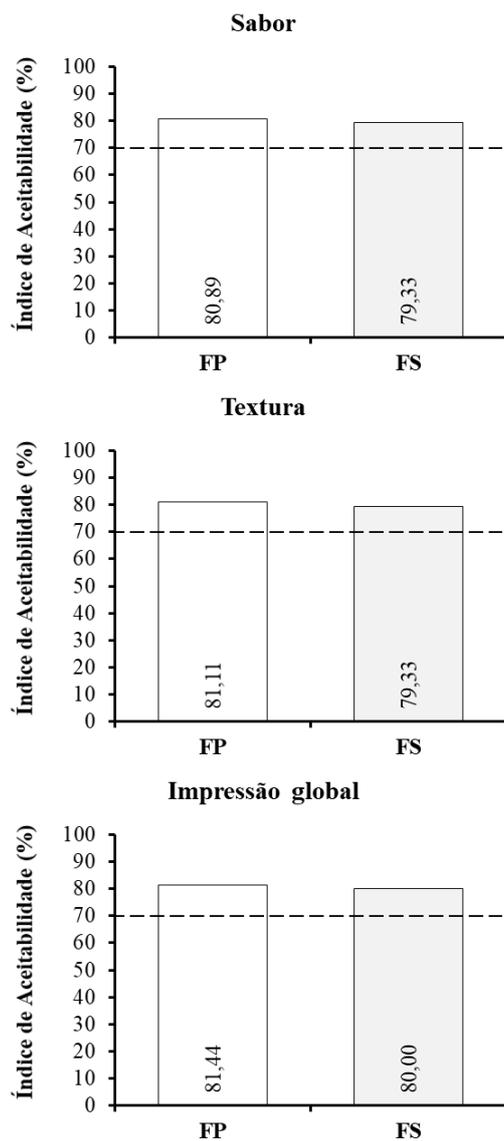


Figura 1 – Índices de Aceitabilidade (IA) das barras de cereais

CONCLUSÕES

A adição de seriguela desidratada não influenciou significativamente na aceitação dos atributos sensoriais, índices de aceitabilidade e intenção de compra das barras de cereais. Os produtos com apelo nutritivo e fitoquímico foram bem aceitos pelos consumidores, com IA superior a 75,00%, destacando-se os atributos de textura e impressão global.

REFERÊNCIAS

1. Roberto BS, Silva LP, Macagnan FT, Bizzani M, Bender ABB. Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais formuladas com casca e semente de goiaba. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2015;74 (1):39-48.
2. Czaikoski A, Czaikoski K, Bezerra JMV, Rigo M, Teixeira AM. Avaliação físico-química e sensorial de barras de cereais com adição de farinha de ameixa (*Prunus salicina*). *Ambiência Guarapuava*. 2016;12(2):647-654.
3. Silva Júnior ME, Araújo MVRL, Santana AA, Silva FLH, Maciel MIS. Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from ciriguela (*Spondias purpurea* L.) peel: Optimization and comparison with conventional extraction and microwave. *Arab J Chem*. 2021;14(8).
4. Tureck C, Locateli G, Corrêa VG, Koehnlein EA. Avaliação da ingestão de nutrientes antioxidantes pela população brasileira e sua relação com o estado nutricional. *Rev Bras Epidemiol*. 2017;20(1):30-42.
5. Dutcosky SD. *Análise sensorial de alimentos*. 4. ed. Curitiba: Champagnat; 2013. 531p.
6. Silva FAZ, Azevedo CAV. The assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr J Agric Res*. 2016;11(39):3733-3740.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-17>

Capítulo 17

A UTILIZAÇÃO DA MICROALGA *SPIRULINA* NA GARANTIA DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

Larissa Chivanski Lopes¹; Luiza Moraes²; Jorge Alberto Vieira Costa³; Michele Greque de Morais⁴

¹Mestranda da Escola da Química e Alimentos – EQA – FURG; E-mail: larissachlopes@furg.br,

²Pós-Doutoranda da Escola de Química e Alimentos – EQA – FURG. E-mail: luiza21moraes@gmail.com, ³Docente da Escola da Química e Alimentos – EQA – FURG; E-mail: jorgealbertovc@gmail.com,

⁴Docente da Escola da Química e Alimentos – EQA – FURG; E-mail: migreque@yahoo.com.br.

Resumo: Para atender as necessidades mundiais de alimentação e proteção ambiental, métodos alternativos de obtenção de alimentos estão sendo estudados, como o uso de ingredientes naturais e/ou bioativos para enriquecer formulações. A microalga *Spirulina* vem sendo considerada matéria-prima com grande potencial, pois sem fornecer riscos à saúde, apresenta, em sua composição proteínas, aminoácidos essenciais, minerais e vitaminas e sua incorporação em alimentos tem resultado no incremento nutricional. Dessa forma, a produção de biomassa de *Spirulina* pode ser uma alternativa para a alimentação humana, contendo não só um elevado conteúdo proteico, como também propriedades funcionais e fácil digestão. O Laboratório de Engenharia Bioquímica (LEB), situado na Universidade Federal do Rio Grande (FURG), tem desenvolvido projetos com o objetivo de fomentar a produção de biomassa de microalga *Spirulina* para uso no enriquecimento de alimentos. O presente trabalho teve por objetivo realizar uma revisão exploratória, na qual foi avaliada a composição dos alimentos enriquecidos com biomassa de *Spirulina* desenvolvidos pelo grupo de pesquisa do LEB e parceiros de projeto, destacando a contribuição da biomassa microalgal na suplementação alimentar e, mutuamente, seu impacto na segurança alimentar. Todos os estudos abordados pela presente pesquisa reportaram o acréscimo de conteúdo nutricional dos alimentos suplementados com biomassa de *Spirulina*. Dessa forma, produtos adicionados com *Spirulina* são uma opção para melhorar a saúde nutricional da população e garantir sua segurança alimentar e nutricional. Sugere-se a realização de estudos para definir o impacto econômico e sobre os benefícios funcionais da adição da biomassa nos alimentos.

Palavras-chave: alimentos; biomassa; enriquecimento; ingrediente; saúde

INTRODUÇÃO

Com as mudanças climáticas causadas por ações antrópicas, as quais ameaçam os sistemas de produção, a biodiversidade e os recursos naturais, emerge a preocupação

sobre a garantia da segurança alimentar e condições de vida para a população. Aproximadamente um quarto do total das emissões de gases do efeito estufa são geradas na agricultura, silvicultura e produção de gado de corte (1). Além disso, existem os desafios para alimentar a população mundial em crescimento (9,8 bilhões de pessoas até 2050), reduzir o impacto ambiental da agricultura e incentivar a utilização mais eficaz dos recursos naturais (2). Para atender essas necessidades mundiais, novas tecnologias devem surgir para garantir o acesso aos alimentos e diminuir o impacto gerado no meio ambiente. Neste sentido, métodos alternativos de obtenção de alimentos estão sendo estudados, como o uso de ingredientes naturais e/ou bioativos para enriquecer formulações (2).

Nesse contexto, a microalga *Spirulina* vem sendo considerada matéria-prima promissora, influenciando o surgimento de empresas produtoras de biomassa para diferentes aplicações, como na produção de biocombustíveis, biopolímeros, pigmentos e em rações e alimentos (3). Estimativas indicam que, em 2019, a produção mundial de microalgas foi cerca de 7,5 milhões de toneladas, sendo a biomassa de *Spirulina* com lucro anual de US\$ 100 milhões, proveniente de empresas em quase todos continentes, principalmente nas Américas e Ásia (3, 4). A biomassa de *Spirulina* pode ser utilizada como suplemento alimentar, sem fornecer riscos à saúde, possuindo certificado GRAS - *Generally Recognized as Safe* (5) e classificada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) como um suplemento proteico (6). Essa microalga é considerada um alimento completo por apresentar em sua composição proteínas, aminoácidos essenciais, minerais e vitaminas (7) e sua incorporação em alimentos tem resultado no incremento nutricional destes (8).

Dessa forma, a produção de biomassa de *Spirulina* pode ser uma alternativa para a alimentação humana, contendo não só um elevado conteúdo proteico, mas também propriedades funcionais e fácil digestão (9). As proteínas microalgais são fontes promissoras para suplementação alimentar, utilizadas para complementar a alimentação de indivíduos com necessidades especiais ou em situações de vulnerabilidade (10). O Laboratório de Engenharia Bioquímica (LEB), situado na Universidade Federal do Rio Grande (FURG), em Rio Grande – RS, tem desenvolvido projetos com o objetivo de fomentar a produção de biomassa da microalga *Spirulina* para uso no enriquecimento de alimentos desde 2001, como em biscoitos, barras de cereal, *snacks*, geleias, dentre outros (8, 11, 12, 13, 14, 15).

Portanto, levando em consideração o potencial da biomassa de *Spirulina* como ingrediente inovador no enriquecimento de alimentos, este trabalho analisou o impacto da adição da biomassa dessa microalga nos produtos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Engenharia Bioquímica da FURG e parceiros de projetos. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo descrever a contribuição da microalga *Spirulina* para a suplementação alimentar e, mutuamente, seu impacto no aumento da segurança alimentar como ingrediente adicionado em formulações alimentícias.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da presente revisão foi empregada metodologia de pesquisa exploratória (16), a fim de realizar a avaliação da composição dos alimentos enriquecidos com biomassa de *Spirulina*. A população avaliada foram os estudos realizados no LEB da FURG e demais parceiros de projeto, os quais vêm desenvolvendo

pesquisas sobre este tema desde 2001. Para a complementação de dados, realizou-se uma pesquisa bibliográfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Laboratório de Engenharia Bioquímica (LEB) já desenvolveu diversas pesquisas com *Spirulina*, sobre as condições de cultivo para a produção de *Spirulina* em escala laboratorial e piloto, emprego do cultivo na mitigação de efluentes, extração de compostos para o desenvolvimento de biomateriais e elaboração de formulações de alimentos enriquecidos com a biomassa da microalga (9; 17; 18; 19; 20; 8; 21; 11, 12, 13, 14). Neste contexto, estudos vêm sendo realizados na formulação de alimentos e análise sensorial, para diferentes aplicações (Figura 1), objetivando o enriquecimento destes produtos.

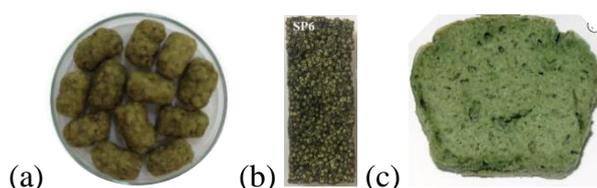


Figura 1 – Exemplos de alimentos desenvolvidos com *Spirulina* pelo LEB: (a) snacks, (b) barras de cereal e (c) pão sem glúten.

Fonte: Lucas et al. (11, 13) e Figueira et al. (22)

A cepa utilizada nas pesquisas do Laboratório de Engenharia Bioquímica foi *Spirulina* sp. LEB 18, isolada por Morais et al. (23) e sua biomassa foi produzida na Planta Piloto do Laboratório de Engenharia Bioquímica, localizada na cidade de Santa Vitória do Palmar, Rio Grande do Sul, Brasil. Conforme estudo realizado por Morais et al. (9), essa biomassa possui elevado teor de proteínas (Tabela 1), perfil completo de aminoácidos (Tabela 2), conteúdo mineral elevado (Tabela 3) e ótima digestibilidade (84%). Para avaliar o potencial dessa biomassa, Moreira et al. (24) avaliaram a influência de uma dieta suplementada com *Spirulina* sp. LEB 18 em ratos desnutridos e, em 30 dias, observaram que a dieta com 8,8% de *Spirulina* foi a mais eficaz, além de possibilitar a recuperação dos ratos com relação às características fisiológicas, bioquímicas e hematológicas.

Tabela 1 – Composição proximal da biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18

Composto	Conteúdo (% b.s.)
Proteína	58
Cinzas	27
Lipídios	7
Carboidratos	7,5
Fibras	0,5

Fonte: Morais et al. (9)

Tabela 2 – Composição de aminoácidos da biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18

Aminoácido	Conteúdo (%)
Ácido glutâmico	10,70
Ácido aspártico	9,20
Leucina	8,02

Alanina	6,51
Fenilalanina	5,75
Glicina	5,17
Arginina	4,94
Treonina	4,87
Valina	4,61
Isoleucina	4,36
Serina	4,31
Prolina	4,04
Tirosina	3,20
Lisina	2,95
Histidina	2,72
Triptofano	2,53
Metionina	1,64
Cistina	0,47

Fonte: Morais et al. (9)

Tabela 3 – Composição de minerais da biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18

Minerais	Conteúdo ($\mu\text{g g}^{-1}$)
Na	19,5
Ca	15,1
K	14
P	8,7
Mg	4,7
S	6,7
Fe	956
Mn	106
Zn	35,4
Cu	11,9
Cr	4

Fonte: Morais et al. (10)

Em estudo realizado por Machado et al. (7), os autores avaliaram a capacidade antioxidante da biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 frente aos radicais DPPH (15%) e ABTS ($85,77 \pm 0,29 \mu\text{M Trolox g}^{-1}$ de microalga) e ao sistema β -Caroteno/ácido linoleico (58%). A presença de atividade antioxidante na biomassa pode ser relacionada à presença de fenóis e pigmentos como carotenoides, clorofila e ficocianina (25). A ficocianina, por exemplo, compõe até 20% do conteúdo proteico da biomassa e confere benefícios à saúde, sendo proposta para tratamentos neurológicos e possuindo características anticancerígenas (26).

Dessa forma, ressalta-se o potencial nutricional dessa biomassa para suplementação de alimentos que serão demonstrados abaixo, como geleia de umbu, biscoitos de chocolate, *snacks*, barras de cereal, dentre outros. Em um estudo realizado por Morais et al. (8), os autores realizaram avaliação do enriquecimento de biscoitos de chocolate com 5% de biomassa de *Spirulina*, sendo verificado 7,8% de acréscimo no conteúdo proteico do alimento, conforme demonstrado na Tabela 4. Além disso, os autores observaram que a adição da biomassa não influenciou significativamente nos

atributos sensoriais do alimento, com relação à aparência, cor, maciez, mastigabilidade e sabor e os julgadores demonstraram 50% de intenção de compra.

Tabela 4 – Composição de biscoitos de chocolate com e sem adição de biomassa de *Spirulina*

Parâmetro (g/100g)	Formulação Controle	Formulação com 5% de <i>Spirulina</i>	Efeito (%)
Umidade	7,4	7,3	-1,4
Proteína	10,3	11,1	+7,8
Cinzas	0,42	0,4	-4,8
Lipídios	18,9	18,6	-1,6
Carboidratos	67,9	68,6	+1,0

Fonte: Morais et al. (8)

Figueira et al. (22), avaliaram o enriquecimento de pães sem glúten com 3% de biomassa de *Spirulina*, conforme demonstrado na Tabela 5. Os autores observaram um acréscimo do conteúdo proteico (+15,6%), além do aumento significativo na concentração de aminoácidos, ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutâmico, prolina, alanina, cistina, metionina, isoleucina, leucina e tirosina no pão enriquecido. Nesse estudo, também foi realizada a análise sensorial do produto por meio da análise de preferência de pães adicionados de *Spirulina*, sendo verificado que não houve preferência entre os julgadores.

Tabela 5 – Composição de pão sem glúten com e sem adição de biomassa de *Spirulina*

Parâmetro (g/100g)	Formulação Controle	Formulação com 1,6% de <i>Spirulina</i>	Efeito (%)
Umidade	52,38	49,19	-2,14
Proteína	7,12	9,9	+15,6
Cinzas	1,92	2,52	+15,1
Lipídios	2,81	1,24	-38,79
Carboidratos	88,16	86,41	-0,35

Fonte: Figueira et al. (22)

Lucas et al. (11, 12) avaliaram o efeito do enriquecimento de *snacks* com 2,6% de biomassa, no qual verificaram resultado positivo do acréscimo de *Spirulina* no alimento, com incremento no conteúdo proteico, cinzas e lipídios, conforme demonstrado na Tabela 6. Os autores também observaram o acréscimo de carotenoides no produto (aumento de 835% em comparação a formulação controle, sem adição de biomassa de *Spirulina*). A avaliação sensorial indicou que a adição de *Spirulina* não influenciou nas características sensoriais do alimento, além de apresentar índice de aceitação de 82,2% pelos julgadores.

Tabela 6 – Composição de *snacks* com e sem adição de biomassa de *Spirulina*

Parâmetro (g/100g)	Formulação Controle	Formulação com 2,6% de <i>Spirulina</i>	Efeito (%)
Umidade	4,83	3,89	-19,5
Proteína	8,38	10,27	+22,6
Cinzas	0,69	1,01	+46,4
Lipídios	0,57	0,73	+28,1
Carboidratos	90,36	87,99	-2,6

Fonte: Lucas et al. (11, 12)

Yamaguchi et al. (26) avaliaram o enriquecimento de iogurte com 1,6% de biomassa de *Spirulina*, conforme demonstrado na Tabela 7. Nessa pesquisa, os autores destacam a biomassa como um ótimo suplemento proteico, devido ao acréscimo do conteúdo desta macromolécula no iogurte (+125%). Além disso, foi verificado aumento da concentração de ácido esteárico e palmítico, e atividade antioxidante do iogurte, devido à presença de compostos fenólicos e pigmentos na biomassa (aumento de 67,6%). Nesse estudo, também foi realizada análise sensorial, resultando em índice de aceitabilidade de 82,4% e intenção de compra de 72%, atestando que o produto foi aceito pelos julgadores.

Tabela 7 – Composição de iogurtes com e sem adição de biomassa de *Spirulina*

Parâmetro (g/100g)	Formulação Controle	Formulação com 1,6% de <i>Spirulina</i>	Efeito (%)
Proteína	3,6	8,1	+125
Lipídios	0,5	0,3	-40
Carboidratos	26,9	27,9	+3,7

Fonte: Yamaguchi et al. (26)

Lucas et al. (13) avaliaram o enriquecimento de barras de cereal com 6% de biomassa de *Spirulina*. Como resultados, atestaram um aumento em diversos parâmetros de composição do alimento, principalmente no conteúdo proteico e mineral, conforme apresentado na Tabela 8. Além disso, os autores realizaram análise sensorial do produto e atestaram que os julgadores não notaram diferença entre a formulação controle e a barra de cereal adicionada de *Spirulina* nos atributos de aparência, sabor e odor. Os julgadores eram estudantes de uma escola da região, com idades entre 8 a 13 anos.

Tabela 8 – Composição de barras de cereal com e sem adição de biomassa de *Spirulina*

Parâmetro (g/100g)	Formulação Controle	Formulação com 6% de <i>Spirulina</i>	Efeito (%)
Umidade	10,73	12,68	+18,2
Proteína	9,31	12,09	+29,9
Cinzas	1,24	2,0	+61,3
Lipídios	6,12	6,16	+0,7
Carboidratos	72,6	67,07	-7,6

Fonte: Lucas et al. (13)

A avaliação do enriquecimento de geleia de umbu foi realizada por Falcão et al. (15), onde os autores verificaram efeitos positivos nas propriedades do alimento formulado com 1,4% de biomassa de *Spirulina* (Tabela 9), o que corroborou com o objetivo do trabalho em produzir um alimento com alto valor agregado, melhor valor nutricional e propriedades funcionais. Além disso, foi realizada a análise sensorial deste alimento, que apresentou um índice de aceitabilidade (75,3%) maior que o índice mínimo estipulado de 70%.

Tabela 9 – Composição de geleia de umbu com e sem adição de biomassa de *Spirulina*

Parâmetro (g/100g)	Formulação Controle	Formulação com 1,4% de <i>Spirulina</i>	Efeito (%)
Umidade	10,66	16,79	+ 57,5
Proteína	1,01	3,35	+ 231,7
Cinzas	0,26	0,87	+ 234,6

Lipídios	0,51	0,71	+ 37,2
Carboidratos	87,56	78,28	- 10,6

Fonte: Falcão et al. (15)

Almeida et al. (27) avaliaram o enriquecimento de molho com 4% de biomassa microalgal, no qual observaram o resultado positivo da adição de *Spirulina* no alimento, incrementando o valor nutricional deste, conforme demonstrado na Tabela 10. Os autores também avaliaram o acréscimo de fibras no produto (aumento de 92%), o aumento no conteúdo de ácidos graxos (25%), principalmente com relação aos ácidos oleico e α -linoleico que estão presentes na biomassa, de ácidos graxos monoinsaturados (+130,84 mg g⁻¹) e poli-insaturados (25%). O estudo também avaliou a atividade antioxidante do molho adicionado de *Spirulina*, que apresentou o dobro de conteúdo fenólico com relação ao controle e maior atividade antioxidante. Por fim, a avaliação sensorial indicou que a adição de *Spirulina* no produto não influenciou nos resultados com relação ao aroma, sabor e textura, além de apresentar intenção de compra pelos julgadores de 57,5%.

Tabela 10 – Composição de molhos com e sem adição de *Spirulina*

Parâmetro (g/100g)	Formulação Controle	Formulação com 4% de <i>Spirulina</i>	Efeito (%)
Umidade	86,01	83,46	-2,96
Proteína	5,44	8,26	+51,8
Cinzas	0,43	1,07	+148,8
Lipídios	2,09	1,95	-6,7
Carboidratos	4,44	5,26	+18,5

Fonte: Almeida et al. (27)

Além da formulação de produtos para estudantes e demais consumidores, o LEB também realizou pesquisas para consumidores com dietas específicas, como idosos e atletas. Uma avaliação do enriquecimento de *shakes* para idosos pela adição de *Spirulina* foi realizada por Santos et al. (21). Nesse estudo, verificou-se efeitos positivos nas propriedades nutricionais do alimento com 7,5% de biomassa (Tabela 11), com um aumento de 4,98% de proteínas e 10,8% no conteúdo de cinzas, o que acaba contribuindo para as necessidades energéticas e nutricionais de idosos. Além disso, a análise sensorial apresentou aceitação acima de 70% e 65% de intenção de compra entre os julgadores.

Tabela 11 – Composição de *shakes* com e sem adição de biomassa de *Spirulina*

Parâmetro (g/100g)	Formulação Controle	Formulação com 7,5% de <i>Spirulina</i>	Efeito (%)
Proteína	41,34	43,40	+4,98
Cinzas	3,14	3,48	+10,8
Lipídios	4,12	2,91	-29,4
Carboidratos	46,51	45,73	-1,7

Fonte: Santos et al. (21)

Um estudo sobre o enriquecimento de repositores eletrolíticos, potenciadores musculares e suplementos de recuperação muscular para atletas foi realizado por Carvalho et al. (14). Nessa pesquisa, os autores avaliaram o enriquecimento dos produtos com 0,5% de biomassa de *Spirulina*, na qual verificaram que a adição da microalga contribuiu para o aumento de alguns compostos que são importantes para melhorar o desempenho de atletas, como minerais (em repositores eletrolíticos), proteínas e

carboidratos (em potencializadores musculares e suplementos de recuperação muscular), conforme apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 – Composição de repositores, potencializadores e suplementos com e sem adição de *Spirulina*

Repositor Eletrolítico			
Parâmetro (g/100g)	Formulação Controle	Com 0,5% de <i>Spirulina</i>	Efeito (%)
Umidade	2,82	2,11	-25,2
Proteína	0,68	2,53	+272,1
Cinzas	3,65	4	+9,6
Lipídios	0,17	0,22	+29,4
Carboidratos	92,68	91,14	-1,7
Potencializador Muscular			
Parâmetro (g/100g)	Formulação Controle	Com 0,5% de <i>Spirulina</i>	Efeito (%)
Umidade	9,16	8,5	-7,2
Proteína	28,31	26,95	-4,8
Cinzas	1,12	1,15	+2,7
Lipídios	0,08	0,07	-12,5
Carboidratos	61,33	63,33	+3,3
Suplemento de Recuperação Muscular			
Parâmetro (g/100g)	Formulação Controle	Com 0,5% de <i>Spirulina</i>	Efeito (%)
Umidade	6,85	6,77	-1,2
Proteína	6,89	13,57	+96,95
Cinzas	1,85	1,68	-9,2
Lipídios	2,13	2,13	0
Carboidratos	82,28	75,85	-7,8

Fonte: Carvalho et al. (14)

CONCLUSÕES

Todos os estudos abordados pela presente pesquisa reportaram o acréscimo de conteúdo nutricional dos alimentos suplementados com biomassa de *Spirulina*, principalmente quando se refere ao conteúdo proteico e de cinzas. Os estudos que realizaram avaliações sensoriais não atestaram influência nas características sensoriais e indicaram aceitabilidade do produto superior a 70% pelos julgadores. Atestou-se também a presença de atividade antioxidante em alimentos formulados com a microalga. Dessa forma, produtos adicionados com *Spirulina* são uma opção para melhorar a saúde nutricional da população e garantir sua segurança alimentar e nutricional, sejam consumidores no geral, ou aqueles que necessitam de dietas específicas, como crianças, idosos e atletas.

Sugere-se a realização de estudos para definir o impacto econômico da adição de *Spirulina* em formulações, de forma a identificar qual seria a alteração nos preços dos alimentos suplementados e se estariam acessíveis para consumidores de baixa renda, sendo um produto competitivo no mercado quanto ao valor ofertado. Além disso, é importante realizar mais estudos sobre os benefícios funcionais da adição da biomassa nos alimentos, devido aos compostos ativos que a biomassa da microalga *Spirulina* apresenta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Rainforest Alliance. Sustainable Agriculture Standard: Introduction [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Set 27]. Disponível em: www.rainforest-alliance.org/resource-item/rainforest-alliance-sustainable-agriculture-standard-introduction/.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Africa - Sustainable Livestock 2050 [Internet]. 2018 [acesso em 2021 Set 27]. Disponível em: <http://www.fao.org/3/CA0888EN/ca0888en.pdf>.
3. Costa JAV, Bastos BC, Rosa GM, Moraes L, Morais MG, Mitchell G. Operational and economic aspects of *Spirulina*-based biorefinery. *Bior techn*. 2019;292:121946.
4. Bhattacharya M, Goswami S. Microalgae—A green multi-product biorefinery for future industrial prospects. *Bioc and Agric Biot*. 2020;25:101580.
5. Food and Drug Administration (FDA). GRAS Notification for *Spirulina* microalgae [Internet]. 2002 [acesso em 2021 Out 27]. Disponível em: https://www.accessdata.fda.gov/scripts/fdcc/index.cfm?set=GRASNotices&id=101&sort=GRN_No&order=ASC&startrow=1&type=basic&search=265.
6. BRASIL. Instrução Normativa nº 28, de 26 de julho de 2018. Estabelece as listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares. *Diário Oficial da União*. 27 jul 2018; Seção 1:141.
7. Machado AR, Graça CS, Assis LM, Souza-Soares, LA. Uma abordagem sobre caracterização e avaliação do potencial antioxidante de extratos fenólicos de microalgas *Spirulina* sp. LEB-18 e *Chlorella pyrenoidosa*. *Rev de Ciên Agr*. 2017;40:264-278.
8. Morais MG; Miranda MZ, Costa JAV. Biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis*: características físico-químicas, sensoriais e digestibilidade. *Alim e Nut Araraq*. 2006;17:323-328.
9. Morais MG, Radmann EM, Andrade MR, Teixeira GG, Bruschi LRF, Costa JAV. Pilot scale semicontinuous production of *Spirulina* biomass in southern Brazil. *Aquaculture*. 2009;294:60-64.
10. Veiga MC. Uso de Diferentes Condições de Cultivo para Obtenção de Biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 com Aplicação de Campos Magnéticos [dissertação]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande; 2018.
11. Lucas BF. Desenvolvimento de snack enriquecido com *Spirulina* [dissertação]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande; 2017.

12. Lucas BF, Morais MG, Santos TD, Costa JAV. *Spirulina* for snack enrichment: Nutritional, physical and sensory evaluations. *LWT*. 2018;90:270-276.
13. Lucas BF, Rosa APC, Carvalho LF, Morais MG, Santos TD, Costa JAV. Snack bars enriched with *Spirulina* for schoolchildren nutrition. *Food Sci and Technol*. 2020;40:146-152.
14. Carvalho LF, Moreira JB, Oliveira MS, Costa JAV. Novel Food Supplements Formulated With *Spirulina* To Meet Athletes' Needs. *Braz Arch of Biol and Technol*. 2018;61.
15. Falcão JS, Sobral TS, Cruz LFS, Philadelpho BO, Santos JEM, Costa JAV, Druzian JI, Ferreira ES. Protein-enriched umbu (*Spondias tuberosa*) jam prepared by supplementation with *Spirulina* sp. *LEB-18. Braz J of Dev*. 2020;6:22714-22729.
16. Gil AC. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. Atlas; 2002.
17. Duarte JH, Morais EG, Radmann EM, Costa JAV. Biological CO₂ mitigation from coal power plant by *Chlorella fusca* and *Spirulina* sp. *Bior tech*. 2017;234:472-475.
18. Jesus CS, Uebel LS, Costa SS, Miranda AL, Morais EG, Morais MG, Costa JAV, Nunes IL, Ferreira ES, Druzian JI. Outdoor pilot-scale cultivation of *Spirulina* sp. *LEB-18* in different geographic locations for evaluating its growth and chemical composition. *Bior tech*. 2018;256:86-94.
19. Pagnussatt FA, Lima VR, Dora CL, Costa JAV, Putaux JL, Badiale-Furlong E. Assessment of the encapsulation effect of phenolic compounds from *Spirulina* sp. *LEB-18* on their antifusarium activities. *Food chem*. 2016;211:616-623.
20. Cruz CG, Silveira JT, Ferrari FM, Costa JAV, Rosa APC. The use of poly (3-hydroxybutyrate), C-phycoyanin, and phenolic compounds extracted from *Spirulina* sp. *LEB 18* in latex paint formulations. *Prog in Org C*. 2019;135:100-104.
21. Santos TD, Freiras BCB, Moreira JB, Zanfonato K, Costa JAV. Development of powdered food with the addition of *Spirulina* for food supplementation of the elderly population. *Innov food science & emerg tech*. 2016;37:216-220.
22. Figueira FS, Crizel TM, Silva CR, Salas-Mellado MM. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. *Braz J of Food Tech*. 2011;14:308-316.
23. Morais MG, Reichert CC, Dalcanton F, Durante AJ, Marins LF, Costa JAV. Isolation and characterization of a new *Arthrospira* strain. *Zeitschrift für Naturforschung C*. 2008;63:144-150.
24. Moreira LM, Behling BS, Rodrigues RS, Costa JAV, Soares LAS. *Spirulina* as a protein source in the nutritional recovery of Wistar rats. *Braz Arc of Biol and Technol*. 2013;56:447-456.

25. Vonshak A. *Spirulina platensis* (*Arthrospira*): Physiology, Cell-biology and Biotechnology. 1. ed. CRC press; 1997.
26. Yamaguchi SKF, Moreira JB, Costa JAV, Souza CK, Bertoli SL, Carvalho LF. Evaluation of adding *Spirulina* to freeze-dried yogurts before fermentation and after freeze-drying. *Ind Biotech*. 2019;15:89-94.
27. Almeida LMR, Cruz LFS, Machado BAS, Nunes IL, Costa JAV, Ferreira ES, Lemos PVF, Druzian JI, Souza CO. Effect of the addition of *Spirulina* sp. biomass on the development and characterization of functional food. *Algal Res*. 2021;58:102387.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-18>

Capítulo 18

CARACTERIZAÇÃO DO SORO DE QUEIJO CAPRINO SUBMETIDO A DIFERENTES TRATAMENTOS FÍSICOS PARA UTILIZAÇÃO COMO MEIO DE CULTURA

Saionara Soares¹; José Honório Pereira Lopes Neto¹; Renata Eça¹; Maria Isabel Ferreira Campos¹;
José Evangelista Santos Ribeiro²; Kerolayne Santos Leite³; Haíssa Roberta Cardarelli⁴

¹Programa de pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – Brasil. <saio.arqui@gmail.com>, <netoea22@gmail.com>, <renataeca@hotmail.com>

²Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – Brasil. <vange_ribeiro@hotmail.com>

³Programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – Brasil. <kerol.prof@gmail.com>

⁴Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – Brasil. <haissa.cardarelli@academico.ufpb.br>

Resumo: O soro de queijo é o principal subproduto da indústria de laticínios, vários estudos buscam alternativas para a utilização do soro de queijo pela indústria como fonte de energia na fermentação de produtos alimentícios, devido ao seu alto valor nutricional, destacando o teor de lactose. O soro de queijo caprino desproteínizado pode ser utilizado como meio de cultura de baixo custo pois o processo de desproteínização interfere pouco no conteúdo de lactose, reduzindo em apenas 8% o conteúdo de carboidratos totais, que é utilizado como substrato pelas bactérias e leveduras. Este trabalho objetivou comparar as características físico-químicas do soro de queijo minas caprino natural (T1), após a retirada da gordura (T2), após o tratamento por vapor fluente (T3) e após a desproteínização (T4), para utilização como meio de cultura para micro-organismos produtores de exopolissacarídeos (EPS). O produto obtido pela desproteínização, sem utilização de ação enzimática, do soro de queijo foi analisado quanto ao pH, teor de gordura (%); acidez titulável, teor de proteínas (%), resíduo mineral fixo (%), extrato seco total (%), umidade (%) e açúcares totais (%). O processo utilizado para retirar parte da proteína do soro de queijo caprino foi eficiente, resultando em um produto final composto por 0,32% de proteínas, 4,99% de carboidratos totais e traços de lipídeos. O produto resultante da desproteínização do soro de queijo caprino pode ser utilizado como meio de cultura de bactérias e leveduras, conferindo a este produto potencial para aplicação em diferentes áreas, incluindo alimentos, cosméticos e produtos farmacêuticos.

Palavras-chave: desproteínização; meio de cultura alternativo; soro caprino

INTRODUÇÃO

De acordo com o Censo Agropecuário 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), a Paraíba desponta como o maior produtor de leite de cabra do país, do total produzido, 4,059 milhões de litros foram comercializados, esta produção está concentrada na região do Cariri paraibano (1). No entanto, grande parte dessa produção é transformado em queijos ou vendido in natura, diante deste fato, o aproveitamento do soro oriundo da fabricação de queijos com leite caprino requer o desenvolvimento de novos produtos a baixo custo de produção permitindo a ampliação do consumo e proporcionando mais opções ao mercado (1, 2).

Grandes quantidades de soro de queijo (SQ) são produzidos mundialmente e boa parte desse produto não é utilizado, gerando um importante poluente de mananciais e rios devido à alta demanda química e biológica, necessitando de tratamento altamente dispendioso antes de ser lançado no meio ambiente. Este subproduto da indústria de laticínios possui elevado valor nutricional e pode ser utilizado para obter produtos de alto valor agregado, no entanto algumas dessas técnicas necessitam de síntese enzimática que torna o processo oneroso. Uma alternativa econômica de utilização do soro é aplicando-o como meio de cultura para fermentação de bactérias, leveduras e algumas algas, e para tal faz-se necessário que ele seja submetido ao processo de desproteínização, uma vez que o conteúdo de proteínas é considerado um interferente (1, 2, 3, 4).

O soro de queijo caprino (SQC), objeto deste estudo, é um resíduo líquido amarelo-esverdeado resultante do processo de fabricação de queijo nas indústrias de laticínios. atualmente é usado para suplementos alimentares, mas é limitado ao uso humano devido a intolerância à lactose (2, 3). A composição química do soro do queijo varia, principalmente, devido ao tipo de queijo produzido e da raça do animal produtor do leite, podendo ser utilizado como fonte de carbono e energia por diversos micro-organismos (2, 3, 4), sendo rico em lactose (44–52 g/L), em proteínas do soro (6–10 g/L), contém também vitaminas, minerais (12-15%) e lipídeos (1-7%) (2, 3, 5). Devido à diversificada composição nutricional, o soro pode ser amplamente utilizado como substrato para fermentação e produção de diversos metabólitos microbianos, como ácido láctico, ácido cítrico, ácido glucurônico, hidrogênio e etanol. No entanto, altas concentrações de nitrogênio podem afetar negativamente a utilização de produtos como os EPSs resultantes da fermentação, sendo, portanto, necessário diminuir o teor de nitrogênio do soro de queijo (7).

O soro de queijo desproteínizado, também denominado de permeado de soro líquido, pode ser utilizado como meio de cultura de baixo custo para cultivo de diversos micro-organismos. Como exemplos, pode-se citar a fabricação bebidas fermentadas por bactérias ácido lácticas (BAL) à base de SQ; produtos próbióticos contendo *Lactobacillus* spp.; produção de exopolissacarídeos de origem microbiana; utilização em formulações para trazer sabor e textura em sopas; benefícios à saúde por meio da modulação da microbiota intestinal (3, 5, 7); produção de bioetanol a partir de fermentação por leveduras como a *Kluyveromyces marxianus* e fabricação de rações para animais. É recomendado o uso do SQ na panificação, por apresentar alto teor de lactose e baixo teor de proteínas

quando o objetivo é desenvolver sabores caramelizados e superfície ou casca com coloração marrom, promovendo melhora do sabor e da retenção de umidade (8, 9).

Este trabalho buscou comparar as características físicas e químicas do soro de queijo caprino (SQC) natural (T1), após a retirada da gordura (T2), após o tratamento por vapor fluente (T3) e após a desproteíntização (T4) para utilização como meio de cultura para cultivo de BAL de baixo custo, visando a produção de EPS com potencial para utilização na indústria de alimentos, farmacêutica e de cosméticos.

MATERIAL E MÉTODOS

O SQC foi obtido pela produção de queijo minas frescal no Laboratório de Processamento de Alimentos do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR) - UFPB e o leite caprino foi adquirido do Sítio Barriguda (Alagoa Grande – PB). As amostras foram mantidas sob congelamento ($-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) em recipientes de PVC estéreis com capacidade de 500 mL, até utilização para realização das análises. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O SQC foi centrifugado em centrífuga de bancada (Eppendorf Centrifuge 5430 R, Hamburgo, Alemanha) a 6.500 rpm, $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 10 minutos a fim de eliminar resíduos de caseína e gordura. Posteriormente, foi corrigido o pH para 4,3 com auxílio de HCl 1 M, de acordo com procedimento descrito na literatura (3), a fim de provocar a precipitação de caseínas residuais. Em seguida, o meio foi aquecido em vapor fluente ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$) por 30 minutos à pressão atmosférica. Logo após, resfriou-se e ajustou-se o pH para 6,8 com auxílio de NaOH 1 M. A suspensão foi centrifugada a 6.500 rpm, $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 10 minutos. O estudo buscou um protocolo escalonável, aplicável e reprodutível na indústria de laticínios, por isso optou-se pela desproteíntização aplicando processo de tratamento térmico em autoclave a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ com fluxo de vapor constante e alcançar o ponto isoelétrico das proteínas presentes no soro para desnaturação das mesmas, seguidos de filtração e centrifugação (11, 12).

As análises foram realizadas de acordo com a A.O.A.C (10). O pH foi medido em pHmetro de bancada (Marca Marte modelo MB10, Minas Gerais, Brasil) calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e pH 4,0. A acidez titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1 M, com uso do indicador fenolftaleína. A análise de atividade de água (Aw) foi realizada no equipamento AquaLab 4TE de bancada (METER Group, Washington-EUA). O teor de cinzas foi determinado por incineração a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ em forno mufla, sendo resfriados em dessecador e pesados. A umidade foi determinada a partir do método gravimétrico, calculando-se a diferença entre a amostra seca em estufa em relação à amostra inicial. A secagem foi feita em estufa (MARQLABOR, MAQEES42) a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ até peso constante.

A determinação de açúcares totais foi calculada por diferença (10), o teor de proteínas foi determinado pelo método de micro-Kjeldahl, no qual o conteúdo de nitrogênio foi determinado usando bloco digestor e destilador de nitrogênio (NT415, Brasil), a quantidade de proteína total foi estimada pela multiplicação do conteúdo de nitrogênio por 6,25 (11), por fim a determinação de lipídeos foi feita pelo método de Gerber (12).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos pelas análises físico-químicas do soro de queijo caprino natural (T1), após a retirada da gordura (T2), após o tratamento por vapor fluente (T3) e após a desproteínização (T4) são apresentados na Tabela 1. A redução da fonte de carbono durante o processo de desproteínização não prejudicou a utilização como fonte energética pelas BAL (14).

Tabela 1. Caracterização físico-química do soro de queijo caprino nos diferentes tratamentos antes e após desproteínização

Parâmetros	SQC T1	SQC T2	SQC T3	SQC T4
pH	6,69 ± 0,01	6,53 ± 0,02	6,15 ± 0,01	6,07 ± 0,03
Aw	0,99 ± 0,06	0,99 ± 0,09	0,98 ± 0,01	0,98 ± 0,01
Acidez titulável (g ácido láctico / 100mL)	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,03
Extrato Seco Total (% m/m)	7,86 ± 0,10	6,66 ± 0,03	6,62 ± 0,08	6,15 ± 0,03
ESD (% m/m)	7,26 ± 0,01	6,56 ± 0,01	6,52 ± 0,01	6,10 ± 0,01
Umidade (% m/m)	92,14 ± 0,10	93,38 ± 0,03	93,34 ± 0,08	93,85 ± 0,03
Cinzas (% m/m)	0,63 ± 0,08	0,61 ± 0,02	0,59 ± 0,06	0,57 ± 0,04
Carboidratos totais (%)	5,64 ± 0,12	5,37 ± 0,01	5,45 ± 0,04	5,21 ± 0,03

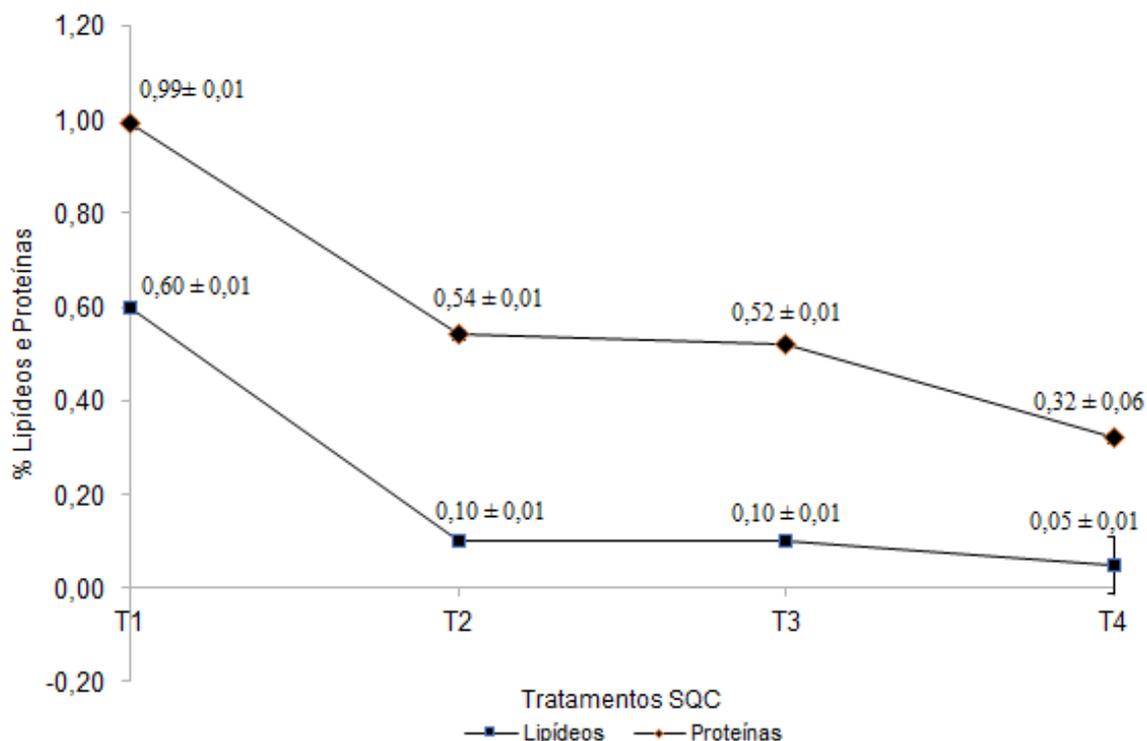
Fonte: autores; Média ± desvio padrão, n=3. SQC = Soro de queijo caprino; AW = atividade de água; ESD = Extrato Seco Desengordurado; T1 = soro caprino in natura; T2 = após retirada da gordura; T3 = após vapor fluente; T4 = após desproteínização.

A coalhada obtida da fabricação do queijo com leite de cabra é frágil, gerando um soro com maior quantidade de caseína residual. Logo, o pH pode sofrer redução e o produto final apresentará apenas traços de gordura, o que resulta em quantidade de matéria seca menor (15). Assim, a proporção entre a fonte de carbono e a de nitrogênio torna o permeado de soro um meio de cultura de baixo custo de obtenção e viável para produção utilização na cultura de BAL, pois se adaptam ao pH mais ácido (7, 13).

Os resultados desse estudo são corroborados por Mileriene et. al. (2021) demonstrando uma queda relevante da quantidade de proteína presente, e redução de carboidratos menos acentuada, inferior a 8% após todo processo de desproteínização, tais fatores são diretamente influenciados pelo tempo de aquecimento do soro durante processo de desproteínização (7).

Os valores obtidos pelas análises de gordura e proteína do soro caprino nos quatro tratamentos distintos são apresentados na Figura 1.

Figura 1. Teor de lipídeos e proteínas (média ± desvio padrão) do soro de queijo caprino após distintos tratamentos



Fonte: autores; T1 = soro de queijo caprino in natura; T2 = após retirada da gordura; T3 = após vapor fluente; T4 = desproteínizado.

Observando a Figura 1, pode-se constatar o declínio acentuado no percentual de proteínas e de gorduras, demonstrando que o processo utilizado foi eficiente, tais dados são corroborados por outros estudos (1, 5, 12, 14). No percentual de proteína e gordura observa-se uma estabilidade do tratamento 2 (T2) para o tratamento 3 (T3), voltando a declinar no tratamento 4 (T4). Após o processo de desproteínização a quantidade de proteínas reduziu 67,68% em relação ao valor inicial do soro in natura que era de 0,99% e o percentual de lipídeos final foi de 0,05%, correspondendo a uma redução de 91,66% do valor inicialmente aferido, esses valores são inferiores aos obtidos por Santos e colaboradores (18).

Dentre as diversas formas de aproveitamento do SQC, a síntese de exopolissacarídeos de origem microbiana possui grande potencial em aplicações alimentares, biomédicas e agrícolas devido às características de biodegradabilidade, termoplástica, biocompatibilidade e não toxicidade. A fermentação é uma das maneiras mais acessíveis de conservar alimentos, melhorar o valor nutricional e melhorar as propriedades sensoriais. A utilização de soro de queijo como meio de cultura torna o substrato acessível e adequado para a produção de bebidas fermentadas usando leveduras e BAL (16). Outras características importantes dos EPSs produzidos por BAL são as propriedades reológicas que podem afetar viscosidade, propriedades estabilizantes, emulsificantes e/ou gelificantes (17, 18).

Estudos contínuos têm sido realizados para produzir EPS usando substratos viáveis economicamente e seguros para aplicações em alimentos e produtos da indústria farmacêutica e alimentícia. O soro de queijo é um subproduto rico em lactose, oriundo das indústrias de produção de queijo, que geralmente é descartado, desta forma torna-se um meio de interesse para produção em grande escala de EPS (3, 17, 18).

Assim, o soro desproteínizado obtido pelos tratamentos empregados neste estudo pode ser aplicado para obtenção de um substrato fermentescível a ser empregado para produção de EPS.

CONCLUSÕES

Este trabalho desenvolveu um método alternativo para o manejo de soro de queijo, que além de reduzir o impacto ambiental, pode ser utilizado para produção de EPS por micro-organismos e que podem ser utilizados pelas indústrias de alimentos como espessante e estabilizantes. A conversão microbiana de um subproduto alimentar em produtos com maior valor agregado é lucrativa não apenas para o meio ambiente, mas também para a economia sustentável, e o produto dessa fermentação usando o soro de queijo como meio de cultura confere um enorme potencial para aplicação em diferentes áreas além da alimentícia, como a de cosméticos e de produtos farmacêuticos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas dos três primeiros autores e à Propesq/UFPB pelo auxílio via bolsa de produtividade em pesquisa para o último autor.

REFERÊNCIAS

1. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro Agropecuário de 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.
2. [DELGADO JÚNIOR I J et al.](#) Produção, composição e processamento de leite de cabra no Brasil. *Embrapa*, 2020; 122:17
3. Chengcheng L *et al.* Bioconversion of cheese whey into a hetero-exopolysaccharide via a one-step bioprocess and its applications. *Bioc Eng J*, 2020; 161:107701.
4. Pescuma M *et al.* Whey-derived valuable products obtained by microbial fermentation. *Applied Mic & Biotecch*, 2015; 99 (15):6183–6196.
5. Vyas S & Chhabra, M. Assessing oil accumulation in the oleaginous yeast *Cystobasidium oligophagum* JRC1 using dairy waste cheese whey as a substrate. *3 Biotech*, 2019; 9:5.
6. Alsarra, IA *et al.* Molecular weight and degree of deacetylation effects on lipase-loaded chitosan bead characteristics. *Biomaterials*, 2002; 23:3637–3644
7. Mileriene, J *et al.* Effect of Indigenous *Lactococcus lactis* on physicochemical and sensory properties of thermo-coagulated acid whey protein. *J of F Proces and Pres*, 2021; 45:5. doi:10.1111/jfpp.15420

8. Silveira, WB *et al.* Ethanol production from cheese whey permeate by *Kluyveromyces marxianus* UFV-3: A flux analysis of oxido-reductive metabolism as a function of lactose concentration and oxygen levels, *Enzyme and Mic Techn*, 2005; 36 (7): 930-936
9. Macedo C, Nunes MC, Sousa I, Raymundo A. Rheology Methods as a Tool to Study the Impact of Whey Powder on the Dough and Breadmaking Performance of Wheat Flour. *Fluids*. 2020; 5(2):50. <https://doi.org/10.3390/fluids5020050>
10. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association Official Analytical Chemists. v. 4, 20th ed. Arlington: A.O.A.C., 2016.
11. Hedge, JE, Hofreiter, BT. In: *Carbohydrate Chemistry 17* (Eds Whistler RL e Be Miller, JN), 1962.
12. Burns, DT. Kjeldahl, the man, the method and the Carlsberg laboratory. *Analytical Proceedings*, 1984; 21(6):210–214.
13. Sampaio, FC *et al.* Batch growth of *Kluyveromyces lactis* cells from deproteinized whey: Response surface methodology versus Artificial neural network—Genetic algorithm approach, *Bio Eng J*, 2016; 109:305-311.
14. Boumaiza M *et al.* "Getting value from the waste: recombinant production of a sweet protein by *Lactococcus lactis* grown on cheese whey." *Microbial Cell Factories*, 2018; 17:1-15.
15. Taskin M, Saghafian A, Aydogan MN, Arslan NP. Microbial lipid production by cold-adapted oleaginous yeast *Yarrowia lipolytica* B9 in non-sterile whey medium. *Biofuels Bioprod. Biorefin*, 2015, 9:595-605
16. Zotta T *et al.* Valorization of cheese whey using microbial fermentations. *Applied Mic & Biotec*, 2020;104(7):2749-2764.
17. Zehir Şentürk D *et al.* Structural and technological characterization of ropy exopolysaccharides produced by *Lactobacillus plantarum* strains isolated from Tarhana. *Food Sci Biot*, 2019; 29(1):121-129.
18. Santos, LF dos *et al.* Deproteinization: an integrated-solution approach to increase efficiency in β -galactosidase production using cheese whey powder (CWP) solution. *An Interd J of Apl Sci*, 2017; 12:4-643.
19. Brasil. Instrução Normativa N° 80, de 13 de agosto de 2020. Se refere ao Regulamento Técnico, que fixa os padrões de identidade e qualidade que deve atender o soro de leite e o soro de leite ácido, nas formas líquida, concentrada e em pó, destinados ao consumo humano. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-19>

Capítulo 19

ANTOCIANINAS: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E SUA APLICAÇÃO COMO SENSOR COLORIMÉTRICO EM EMBALAGENS INTELIGENTES PARA ALIMENTOS

Igor Henrique de Lima Costa¹; Estefani Tavares Jansen²; Laura Martins Fonseca³; Elessandra da Rosa Zavareze⁴; Alvaro Renato Guerra Dias⁵

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – DCTA/FAEM – UFPel; E-mail: igor.henrique@ufpel.edu.br, ² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – DCTA/FAEM – UFPel; E-mail: estefani_tj@hotmail.com, ³ Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – DCTA/FAEM – UFPel; E-mail: laura_mfonseca@hotmail.com, ⁴ Docente/Pesquisador do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – DCTA/FAEM – UFPel; E-mail: elessandrad@yahoo.com.br, ⁵ Docente/Pesquisador do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – DCTA/FAEM – UFPel; E-mail: alvaro.guerradias@gmail.com.

Resumo: A embalagem inteligente tem como princípio monitorar o alimento e emitir uma resposta visual ao consumidor. Uma das possibilidades é a incorporação junto as matrizes poliméricas de compostos colorimétricos sensíveis ao pH, como as antocianinas. Poucos são os trabalhos que realizaram a aplicação destes materiais *in situ* devido à dificuldade de compatibilizar o produto com a matriz poliméricas a sensibilidade do espectro de detecção das antocianinas. Portanto, o objetivo deste trabalho de revisão foi apresentar as características químicas e colorimétricas das antocianinas e demonstrar as principais aplicações desses indicadores de pH em alimentos. As antocianinas modificam sua coloração de acordo com o pH porque possuem a estrutura eletricamente carregada do cátion flavílio. No entanto, esses compostos são extremamente sensíveis a fatores ambientais (luz, temperatura, entre outros), por isso surge a necessidade de encapsulá-las, melhorando sua estabilidade e viabilizando sua utilização. As aplicações de materiais indicadores de pH são mais comuns em alimentos de origem animal porque eles se deterioram rapidamente e formam compostos que modificam o pH do meio. É o que ocorre em pescado e produtos cárneos, com a formação de compostos nitrogenados oriundos da quebra de proteínas e lipídeos oxidados, e em leite e derivados, com o aumento da concentração de ácido láctico pela ação de microrganismos deteriorantes. Por fim, concluímos que as antocianinas, mesmo encapsuladas em matrizes poliméricas, mantêm sua propriedade de sensibilidade ao pH sendo capazes de acompanhar o estágio de deterioração dos alimentos embalados, indicando o frescor dos mesmos, e os materiais indicadores possuem potencial para serem aplicados como embalagens inteligentes.

Palavras-chave: indicador de frescor, pigmento natural, encapsulação, composto bioativo, alimentos de origem animal.

INTRODUÇÃO

É crescente a preocupação com a segurança alimentar. Nos últimos anos, vários sistemas políticos, sociais e tecnológicos vêm sendo desenvolvidos em resposta a essa condição. No viés tecnológico, relacionado à ciência e tecnologia de alimentos, temos uma área importante que é a de desenvolvimento de embalagens.

A embalagem de alimentos, tradicionalmente, apresenta quatro funções básicas, as quais são denominadas como contenção, proteção, comunicação e conveniência/venda. No entanto, com o crescente aumento de alimentos com qualidade e segurança comprometidas, novos sistemas foram desenvolvidos, como as embalagens ativas e as embalagens inteligentes(1).

As embalagens inteligentes interagem em tempo real com o consumidor, informando algum atributo do alimento como, por exemplo, o estado de conservação do mesmo. Vários são os fatores que podem afetar a vida útil de um produto e causar alterações como a atividade de água, níveis de oxigênio, temperatura, pH, entre outros. Nesse contexto, inúmeros estudos estão sendo realizados nos últimos anos para desenvolver e aplicar sensores responsivos ao pH que tenham a capacidade de indicar de forma visual o frescor dos alimentos, visto que o pH está intimamente ligado ao processo de deterioração. Esses sensores geralmente são constituídos por uma matriz polimérica e um pigmento (sintético ou natural) sensível ao pH, onde a primeira encapsula e protege o segundo(1–3).

A utilização de pigmentos naturais é benéfica de modo a tornar as embalagens ecologicamente corretas e sustentáveis(3). As antocianinas são exemplos de pigmentos que pertencem a esse grupo. Essas moléculas são solúveis em água e podem ser obtidas de diversas fontes presentes na natureza, como folhas, flores e frutos, sendo responsáveis por colorações que variam do azul e roxo ao rosa claro(4).

Antocianinas extraídas de diferentes fontes vegetais foram utilizadas para o desenvolvimento de filmes(5), membranas(6), nanofibras(7), hidrogéis(4), entre outros. Entretanto, poucos foram os trabalhos que realizaram a aplicação desses materiais no monitoramento do frescor de alimentos.

Os trabalhos que estudaram as respostas colorimétricas dos materiais contendo antocianinas como indicador de pH foram aplicados *in situ* em produtos de origem animal como pescado(8), produtos cárneos(9), leite(10) e derivados(4) e outros tipos de alimentos ricos em ácidos graxos insaturados, ainda mais susceptíveis a oxidação(2). Essa tendência ocorre porque esses alimentos se deterioram mais rapidamente e formam compostos que alteram o pH do meio, tornando-os mais atraentes a esse tipo de embalagem. Portanto, o objetivo deste trabalho de revisão foi apresentar as características químicas e colorimétricas das antocianinas e demonstrar as principais aplicações desses indicadores de pH em alimentos.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, COLORIMÉTRICAS E ESTABILIDADE DAS ANTOCIANINAS

As antocianinas são pigmentos hidrossolúveis biossintetizados pelo metabolismo secundário de plantas(11). Esses pigmentos conferem cor aos diferentes órgãos das plantas, assim como proteção contra raios ultravioleta e espécies reativas de oxigênio(12). Além disso, em algumas espécies, auxiliam na polinização, afastam herbívoros e insetos indesejáveis(11). Essas biomoléculas, basicamente, modificam a cor dos órgãos da planta,

de acordo com a necessidade, para torná-los menos ou mais atraentes aos organismos que possam ter ação adversa ou benéfica à planta, respectivamente.

O cátion flavílio (2-fenilbenzopirílio) (Figura 1a), com a estrutura carbônica C₆-C₃-C₆ dos flavonoides é a estrutura fundamental das antocianinas. A subdivisão dessa classe de biomoléculas é realizada de acordo com os grupos substituintes que ocorrem, principalmente, no anel B ou com a presença de glicosídeos no anel C (Figura 1b)(12). Os glicosídeos podem ser monossacarídeos (como a glicose, arabinose e galactose) e dissacarídeos (como a rutinose)(13). Em sua forma aglicosilada essa estrutura passa a ser denominada de antocianidina(14).

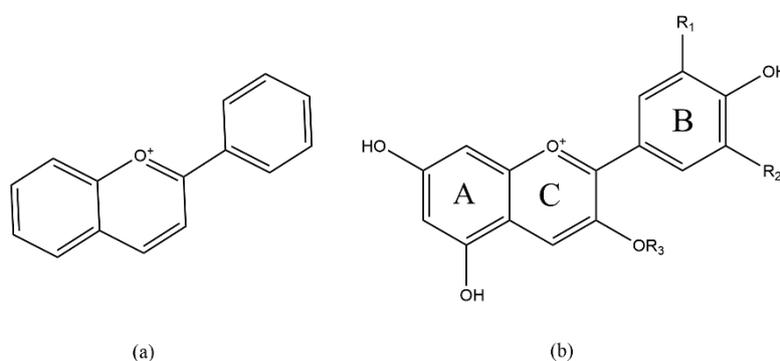


Figura 1 – Representação estrutural do (a) cátion flavílio aglicosilado e do (b) cátion flavílio glicosilado e com substituintes no anel B e C (R_1 e $R_2 = H, OH$ e OCH_3 ; $R_3 =$ glicosídeo).

Conforme os grupos substituintes ligados as posições R_1 e R_2 da estrutura fundamental dá-se a nomenclatura das antocianinas. Na Tabela 1 são reportadas algumas das formas mais comumente encontradas, com suas respectivas denominações e ligantes(15).

Tabela 1 – Ligantes das posições R_1 e R_2 das respectivas formas das antocianinas pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina e malvidina.

Denominação da estrutura química da antocianina	Ligante de cada posição	
	R1	R2
Pelargonidina	H	H
Cianidina	OH	H
Delfinidina	OH	OH
Peonidina	OCH ₃	H
Petunidina	OCH ₃	OH

Fonte: Adaptado de Yong, Liu (15).

As antocianinas, em solução aquosa, passam por diferentes transformações reversíveis dependentes do pH. Em geral, elas podem ser encontradas na natureza sob cinco estruturas diferentes em equilíbrio: (a) cátion flavílio, (b) bases quinoidais neutras, (c) pseudobase carbitol e chalcona nas conformações (d) *cis* e (e) *trans*. Em pH < 2 a coloração da estrutura (a) pode variar de vermelho a laranja, porém, a medida que o pH aumenta, próximo a neutralidade, ocorrem reações de desprotonação, formando as estruturas (b) com coloração variando de azul a roxo, e hidratação da estrutura (a), em pH 6, formando a estrutura (c) e os isômeros (d) e (e) com coloração variando de incolor a amarelo(16).

As variações de cor ocorrem de acordo com as modificações na escala de pH. Essas alterações são possíveis porque as antocianinas contêm o cátion flavílio, eletricamente carregado, em sua estrutura(12). Essa característica torna as antocianinas úteis para elaboração de indicador de pH. No entanto, esses pigmentos são extremamente instáveis a fatores ambientais (luz, oxigênio, temperatura, entre outros)(17).

Uma alternativa para proteger as antocianinas é a aplicação de técnicas de encapsulação. De acordo com Fang et al.(17), as tecnologias de encapsulação possuem a vantagem de serem facilmente desenvolvidas e de proteger, o máximo possível, a estrutura das antocianinas. Dentre as tecnologias de encapsulação aplicadas as antocianinas podemos citar, como exemplo, lipossomas (18), emulsificação e gelificação térmica(19), *electrospinning* (7) e *spray drying* (20). No entanto, esta última vem sendo largamente utilizada.

Após o encapsulamento, é possível que as antocianinas sejam utilizadas como indicador de pH, aplicadas na formação de embalagem inteligente. Esse sistema de embalagem permite o monitoramento de alimentos e para essa finalidade, podem ser elaborados filmes (9,21), hidrogéis (4), membranas (6), nanofibras (7) e papel indicador(22).

No tópico seguinte serão abordadas as embalagens inteligentes com a utilização de antocianinas como indicador de pH. Ainda, serão apresentados exemplos práticos de aplicação desse tipo de sistema de embalagem para o monitoramento de diferentes alimentos.

EMBALAGEM INTELIGENTE CONTENDO ANTOCIANINAS COMO INDICADOR DE pH

A embalagem inteligente tem como princípio monitorar o produto embalado e emitir uma resposta ao consumidor. Para isto, são utilizados materiais que interagem com o ambiente interno ou externo da embalagem, permitindo o acompanhamento em tempo real da vida útil do produto(23).

Alguns agentes ativos têm sido utilizados como indicadores em embalagens inteligentes. No geral, esses indicadores fornecem informações por meio de uma mudança visual(24). É comum se utilizar pigmentos naturais para essa finalidade devido a sensibilidade dos mesmos a mudanças de pH como, por exemplo, as antocianinas.

Na Tabela 2, estão dispostos vários estudos que utilizaram antocianinas de diferentes fontes vegetais para elaboração de embalagens inteligentes. Foram considerados apenas os trabalhos que, além de desenvolver um material com potencial para embalagem inteligente, também realizaram sua aplicação em algum produto alimentício ou desenvolveram uma simulação na presença de compostos oriundos de degradação em alimentos.

Tabela 2– Materiais elaborados com a incorporação de antocianinas (agente ativo) extraídas de diferentes fontes vegetais como proposta de embalagem inteligente para o monitoramento de alimentos.

Matéria-prima utilizada na obtenção do agente ativo	Polímero	Material elaborado	Aplicação	Referência
Amora (<i>Morus nigra</i> L.)	Goma gelana ^a	Filme bicamada	Monitoramento de deterioração em carpa cruciana	(25)
Batata doce roxa (<i>Ipomoea batatas</i>)	Ágar e amido de batata	Filme	Monitoramento de deterioração em carne suína	(1)
Batata doce roxa (<i>Ipomoea batatas</i> L.)	Goma gelana	Filme	Monitoramento de deterioração de alimentos ricos em proteínas	(26)
Bauínia-de-hong-kong (<i>Bauhinia blakeana</i> Dunn)	Quitosana	Filme	Monitoramento do frescor de carne suína e peixe (<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>)	(21)
Bayberry (<i>Myrica rubra</i> Sieb. et Zucc.)	Amido de mandioca	Filme	Monitoramento do frescor de carne suína	(9)
Bérberis vermelhas (<i>Berberis vulgaris</i> L.)	Quitina e metilcelulose	Filme	Monitoramento do frescor de carne e filé de peixe	(27)
Casca de Jamun (<i>Syzygium cumini</i>)	Celulose	Papel indicador ^c	Monitoramento da qualidade de rissoles de frango	(22)
Casca de romã (<i>Punicaceae</i> sp.)	Dimetil acrilamida/gelatina	Hidrogel multifuncional	Monitoramento e ação antibacteriana em leite pasteurizado integral e queijo	(4)
Cascas de uva (<i>Vitis vinifera</i> L.)	Amido de mandioca	Filme	Monitoramento de deterioração em lombo suíno	(5)
Cenoura preta (<i>Daucus carota</i> L.)	Nanocelulose bacteriana	Membrana	Monitoramento do frescor e deterioração de filés de truta arco-íris e de carpa comum	(6)
Cenoura preta (<i>Daucus carota</i> L.)	Celulose/quitosana	Filme	Monitoramento de deterioração em leite pasteurizado	(10)
Cereja da Manchúria (<i>Prunus maackii</i>)	K-carragenina/hidroxi propilmetilcelulose	Filme	Monitoramento de oxidação em óleo e monitorar o frescor de carne suína	(28)
Flor de ervilha-borboleta (<i>Clitoria ternatea</i> L. flowers)	Amido ^a	Filme	Monitoramento do frescor de camarão	(8)

Goji preto (<i>Lycium ruthenicum</i> Murr.)	Amido de mandioca	Filme	Monitoramento do frescor de carne suína	(29)
Mirtilo (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.)	Amido de mandioca	Filme	Monitoramento de suco de laranja, óleo de milho e carne de frango	(2)
Pétalas de açafraão (<i>Crocus sativus</i> L.)	Quitosana e metilcelulose	Filme	Monitoramento do frescor de carne de carneiro	(3)
Rabanete vermelho (<i>Raphanus sativus</i> L.)	Gelatina e goma gelana	Filme	Monitoramento de leite e pescado	(30)
Repolho roxo (<i>Brassica oleracea</i> L.)	Poli (álcool vinílico)	Nanofibras	Monitoramento de tâmaras	(7)
Repolho roxo (<i>Brassica sp.</i>)	Poli (álcool vinílico) ^a	Filme nanocompósito	Monitoramento de deterioração em camarão	(31)
Repolho roxo (<i>Brassica oleracea</i> var. capitata)	Quitosana e amido de milho	Filme	Monitoramento de deterioração em filés de peixe	(32)
Rosela (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	Amido/poli (álcool vinílico)	Filme	Monitoramento do frescor de carpa prateada	(33)

^aFoi incluída na tabela apenas o polímero utilizado em conjunto com as antocianinas. ^cOs autores utilizaram papel de filtro para elaborar o indicador.

De acordo com os estudos expostos na Tabela 2 podemos observar que as fontes de extração de antocianinas, os polímeros utilizados para encapsular ou incorporar esses pigmentos e as aplicações em alimentos são diversas.

Os filmes indicadores foram aplicados em alimentos cárneos (carne de frango, carne de cordeiro, carne suína, pescado íntegro e filé), leite, óleo de milho e suco de laranja. Outros tipos de embalagens inteligentes contendo papel indicador, hidrogel, membrana e nanofibras foram aplicadas em rissoles de frango, leite e derivados (queijo), pescado e tâmaras, respectivamente. A finalidade de monitorar produtos que rapidamente sofrem deterioração é devido a sua forte correlação entre a qualidade e as mudanças de pH(34). Todos esses alimentos sofrem alguma influência do pH em função do tempo de armazenamento, temperatura, presença de microrganismos, oxidação, entre outros fatores.

No tópico seguinte, serão abordadas as modificações químicas que ocorrem em função do tempo de armazenamento em diferentes tipos de alimentos de origem animal e a resposta colorimétrica das embalagens inteligentes frente a esses compostos químicos, de acordo com os estudos dispostos da Tabela 2.

APLICAÇÃO DE EMBALAGEM INTELIGENTE CONTENDO ANTOCIANINAS EM ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL

EMBALAGENS PARA PESCADO

Dentre os alimentos classificados como pescado, o peixe é um produto reconhecido pelos consumidores devido a sua qualidade nutricional e por ser fonte de proteínas. Todavia, esse produto é perecível e durante o processo de deterioração ocorrem reações enzimáticas e microbiológicas que liberam para o meio compostos voláteis de baixo peso molecular, como a trimetilamina, dimetilamina e amônia.

Essas moléculas são conhecidas como teor de nitrogênio básico volátil total (N-BVT) e suas concentrações aumentam ao longo do tempo no interior da embalagem em função da degradação que está ocorrendo no produto. Além disso, são responsáveis pela rejeição sensorial do alimento pelo consumidor, pois alteram características importantes como cor, sabor, textura e principalmente aroma. Ainda, devido ao caráter básico desses

compostos, os mesmos elevam o pH do meio e, portanto, podem ser utilizados para acompanhar o frescor do pescado através de embalagens inteligentes incorporadas com pigmentos sensíveis ao pH(6,21,25).

Yanget al.(25) desenvolveram um filme polimérico bicamada, composto por uma camada de goma gelana incorporada com antocianinas (extraídas de amoras) capaz de acompanhar o frescor de carpas crucianas devido a sua sensibilidade ao teor de N-BVT. Após seis dias de armazenamento a 4 °C, o teor de N-BVT no pescado elevou-se de 4,7 para 20,7 mg/100g, tornando-se impróprio para consumo segundo a legislação chinesa (local onde foi realizado estudo). Nesse mesmo período de tempo, o filme polimérico, que inicialmente era rosa, tornou-se verde claro, demonstrando que o mesmo pode ser aplicado para acompanhar o estado de deterioração de pescado.

Outro exemplo são as membranas produzidas a partir de celulose bacteriana e antocianinas de cenoura preta, desenvolvidas e utilizadas para monitorar, através da mudança de coloração do pigmento natural, o processo de deterioração de duas espécies de peixes em armazenamento a 4 °C. O pH inicial dos filés de truta arco-íris e de carpa comum foram 6,36 e 6,24, e atingiram valores iguais a 7,09 e 7,22, respectivamente, ao final do período de 15 dias de armazenamento. Os teores de N-BVT aumentaram de, aproximadamente, 10 mg/100 g em ambos os peixes, para 45,03 e 43,13 mg/100 g, respectivamente, demonstrando que ambas as amostras haviam sofrido degradação e estavam impróprias para consumo. Uma diferença de cor significativa foi observada no sensor colorimétrico durante esse processo, onde o mesmo mostrou-se inicialmente vermelho carmim e apresentou uma coloração marrom-cáqui ao final dos 15 dias, quando as amostras estavam deterioradas(6).

As mudanças significativas de coloração dos dois sensores responsivos ao pH mencionados acima indicam potencial uso desses materiais para informar ao consumidor, em tempo real, o frescor de peixes e podem ser utilizados em outros tipos de pescado.

EMBALAGENS PARA PRODUTOS CÁRNEOS

A deterioração de produtos cárneos ocorre de forma similar ao supracitado para pescado, ou seja, durante esse processo observa-se a formação de compostos voláteis com caráter básico e de baixo peso molecular como resultado da degradação de proteínas e lipídeos, que se acumulam no interior da embalagem, provocando a elevação do teor de N-BVT e do pH do meio(1,3,21).

A modificação desses parâmetros é capaz de interferir na coloração dos sensores de frescor a base de antocianinas. Um exemplo é o filme polimérico composto por ágar e amido de batata incorporado com antocianinas de batata doce roxa que foi aplicado para monitorar o processo de deterioração de carne suína armazenada a 25 °C. No tempo zero, quando a carne estava fresca e apresentava pH igual a 5,78, o filme demonstrou coloração vermelho intensa. A mesma mudou gradualmente para verde, após 48 h, quando a carne estava degradada, com pH igual a 7,46(1).

Outro filme inteligente foi desenvolvido por Alizadeh-Sani et al. (3) a partir de metilcelulose, quitosana e antocianinas de pétalas de açafrão e também foi utilizado para avaliar a relação entre o pH e a mudança de coloração do filme durante o armazenamento de produto cárneo, utilizando a carne de cordeiro como modelo em um ensaio a 25 °C por 72 h. Similar ao relatado para a carne suína, o pH da carne de cordeiro tornou-se mais alcalino durante o armazenamento, passando de 5,7 no tempo zero, para o valor de 7,3 após transcorridas 72 h, indicando a ocorrência do processo de deterioração da carne e

alteração sensorial em atributos como textura e cor. Nesse mesmo intervalo de tempo, o filme mudou sua coloração de violeta para verde-acinzentado, respectivamente.

Essas mudanças de coloração nos sensores inteligentes de pH sugerem que esses indicadores podem ser utilizados pelos consumidores como um método visual confiável para avaliar a qualidade de produtos cárneos.

EMBALAGENS PARA LEITE E DERIVADOS

Produtos lácteos, como leite e seus derivados, são perecíveis e diversas vezes dependentes da cadeia do frio durante seu processamento e período de vida útil. Isso garante a manutenção da qualidade e segurança dos produtos. Em temperaturas superiores a 4 °C, esses alimentos começam um processo de deterioração mais acentuado causado pelo crescimento de microrganismos (como as bactérias ácido lácticas) e, conseqüentemente, ocorre um aumento da concentração de ácido láctico no meio, o que provoca uma queda no pH. Essa alteração no pH pode ser identificada com o auxílio de uma embalagem inteligente com sensor de pH(4).

Um hidrogel multifuncional constituído por dimetil acrilamida e gelatina com antocianinas da casca de romã foi avaliado para o monitoramento de leite integral por 48 h a 25 °C. As amostras de ambos os alimentos foram previamente contaminadas com cepas de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus subtilis*. Após o armazenamento, o pH do leite diminuiu de 6,81 para 4,80. Conseqüentemente, a estrutura química das antocianinas presentes no hidrogel foi afetada e o mesmo modificou sua coloração, de forma perceptível, de vermelho tinto para roxo claro. Resultados semelhantes para os três microrganismos citados foram relatados(4).

Outro exemplo de sensor colorimétrico para leite integral é o filme produzido a partir da técnica sol-gel, onde o papel de celulose foi impregnado com uma solução de quitosana contendo antocianinas de cenoura preta. Esse sensor apresentou uma mudança de cor significativa ao ser utilizado para acompanhar o armazenamento de leite integral a 20 °C por 48 h, apresentando uma mudança de coloração, perceptível a olho nu, de azul para rosa-violeta(35).

CONCLUSÕES

As antocianinas são corantes naturais os quais podem ser extraídos de diversas fontes vegetais. Essas moléculas encapsuladas em matrizes poliméricas mantêm sua propriedade de sensibilidade ao pH e mudança de coloração em virtude de alterações nesse parâmetro. Assim, são capazes de acompanhar o estágio de deterioração dos alimentos embalados, indicando o frescor dos mesmos.

Deste modo, esses materiais possuem potencial para serem aplicados como embalagens inteligentes que monitoram, em tempo real e de forma não destrutiva, a qualidade dos alimentos embalados, fornecendo uma informação visual ao consumidor.

REFERÊNCIAS

1. Choi I, Lee JY, Lacroix M, Han J. Intelligent pH indicator film composed of agar/potato starch and anthocyanin extracts from purple sweet potato. *Food Chem.* 2017;218:122–8.
2. Luchese CL, Abdalla VF, Spada JC, Tessaro IC. Evaluation of blueberry residue

- incorporated cassava starch film as pH indicator in different simulants and foodstuffs. *Food Hydrocoll.* 2018;82:209–18.
3. Alizadeh-Sani M, Tavassoli M, McClements DJ, Hamishehkar H. Multifunctional halochromic packaging materials: Saffron petal anthocyanin loaded-chitosan nanofiber/methyl cellulose matrices. *Food Hydrocoll.* 2021;111:106237.
 4. Alpaslan D, Dudu TE, Şahiner N, Aktaş N. Synthesis and preparation of responsive poly(Dimethyl acrylamide/gelatin and pomegranate extract) as a novel food packaging material. *Mater Sci Eng C.* 2020;108.
 5. Golasz LB, da Silva J, da Silva SB. Film with anthocyanins as an indicator of chilled pork deterioration. *Food Sci Technol.* 2013;33:155–62.
 6. Moradi M, Tajik H, Almasi H, Forough M, Ezati P. A novel pH-sensing indicator based on bacterial cellulose nanofibers and black carrot anthocyanins for monitoring fish freshness. *Carbohydr Polym.* 2019;222.
 7. Maftoonazad N, Ramaswamy H. Design and testing of an electrospun nanofiber mat as a pH biosensor and monitor the pH associated quality in fresh date fruit (Rutab). *Polym Test.* 2019;75:76–84.
 8. Mary SK, Koshy RR, Daniel J, Koshy JT, Pothen LA, Thomas S. Development of starch based intelligent films by incorporating anthocyanins of butterfly pea flower and TiO₂ and their applicability as freshness sensors for prawns during storage. *RSC Adv.* 2020;10(65):39822–30.
 9. Yun D, Cai H, Liu Y, Xiao L, Song J, Liu J. Development of active and intelligent films based on cassava starch and Chinese bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) anthocyanins. *RSC Adv.* 2019;9(53):30905–16.
 10. Ebrahimi Tirtashi F, Moradi M, Tajik H, Forough M, Ezati P, Kuswandi B. Cellulose/chitosan pH-responsive indicator incorporated with carrot anthocyanins for intelligent food packaging. *Int J Biol Macromol.* 2019;136:920–6.
 11. Pervaiz T, Songtao J, Faghihi F, Haider MS, Fang J. Naturally Occurring Anthocyanin, Structure, Functions and Biosynthetic Pathway in Fruit Plants. *J Plant Biochem Physiol.* 2017;05(02).
 12. Ockermann P, Headley L, Lizio R, Hansmann J. A review of the properties of anthocyanins and their influence on factors affecting cardiometabolic and cognitive health. *Nutrients [Internet].* 2021;13(8).
 13. Kong JM, Chia LS, Goh NK, Chia TF, Brouillard R. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry.* 2003;64(5):923–33.
 14. Mattioli R, Francioso A, Mosca L, Silva P. Anthocyanins: A Comprehensive Review of Their Chemical Properties and Health Effects on Cardiovascular and Neurodegenerative Diseases. Vol. 25, *Molecules.* 2020.
 15. Yong H, Liu J. Recent advances in the preparation, physical and functional properties, and applications of anthocyanins-based active and intelligent packaging films. *Food Packag Shelf Life.* 2020;26:100550.
 16. Peixoto FM. Simulação de digestão in vitro acoplada a modelos de transporte gástrico e intestinal para estimar a captação e absorção de antocianinas em frutos. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2013.
 17. Fang JL, Luo Y, Yuan K, Guo Y, Jin SH. Preparation and evaluation of an encapsulated anthocyanin complex for enhancing the stability of anthocyanin. *Lwt.* 2020;117:108543.
 18. Zhao L, Temelli F, Chen L. Encapsulation of anthocyanin in liposomes using

- supercritical carbon dioxide: Effects of anthocyanin and sterol concentrations. *J Funct Foods*. 2017;34:159–67.
19. Mueller D, Jung K, Winter M, Rogoll D, Melcher R, Kulozik U, et al. Encapsulation of anthocyanins from bilberries – Effects on bioavailability and intestinal accessibility in humans. *Food Chem*. 2018;248:217–24.
 20. Robert P, Fredes C. The encapsulation of anthocyanins from berry-type fruits. *Trends in foods*. Vol. 20, *Molecules*. MDPI AG; 2015. p. 5875–88.
 21. Zhang X, Lu S, Chen X. A visual pH sensing film using natural dyes from *Bauhinia blakeana* Dunn. *Sensors Actuators, B Chem*. 2014;198:268–73.
 22. Talukder S, Mendiratta SK, Kumar RR, Agrawal RK, Soni A, Luke A, et al. Jamun fruit (*Syzygium cumini*) skin extract based indicator for monitoring chicken patties quality during storage. *J Food Sci Technol*. 2020;57(2):537–48.
 23. Yam KL, Takhistov PT, Miltz J. Intelligent packaging: concepts and applications. *J Food Sci*. 2005;70(1):1–10.
 24. Rodrigues C, Souza VGL, Coelho I, Fernando AL. Bio-based sensors for smart food packaging—current applications and future trends. Vol. 21, *Sensors*. 2021. p. 1–24.
 25. Yang Z, Zhai X, Zou X, Shi J, Huang X, Li Z, et al. Bilayer pH-sensitive colorimetric films with light-blocking ability and electrochemical writing property: Application in monitoring crucian spoilage in smart packaging. *Food Chem*. 2021;336.
 26. Wei YC, Cheng CH, Ho YC, Tsai ML, Mi FL. Active gellan gum/purple sweet potato composite films capable of monitoring pH variations. *Food Hydrocoll*. 2017;69:491–502.
 27. Sani MA, Tavassoli M, Hamishehkar H, McClements DJ. Carbohydrate-based films containing pH-sensitive red barberry anthocyanins: Application as biodegradable smart food packaging materials. *Carbohydr Polym*. 2021;255.
 28. Sun G, Chi W, Zhang C, Xu S, Li J, Wang L. Developing a green film with pH-sensitivity and antioxidant activity based on κ-carrageenan and hydroxypropyl methylcellulose incorporating *Prunus maackii* juice. *Food Hydrocoll*. 2019;94:345–53.
 29. Qin Y, Liu Y, Yong H, Liu J, Zhang X, Liu J. Preparation and characterization of active and intelligent packaging films based on cassava starch and anthocyanins from *Lycium ruthenicum* Murr. *Int J Biol Macromol*. 2019;134:80–90.
 30. Zhai X, Li Z, Zhang J, Shi J, Zou X, Huang X, et al. Natural Biomaterial-Based Edible and pH-Sensitive Films Combined with Electrochemical Writing for Intelligent Food Packaging. *J Agric Food Chem*. 2018;66(48):12836–46.
 31. Abu-Thabit N, Hakeem AS, Mezghani K, Ratemi E, Elzagheid M, Umar Y, et al. Preparation of pH-indicative and flame-retardant nanocomposite films for smart packaging applications. *Sensors (Switzerland)*. 2020;20(19):1–22.
 32. Silva-Pereira MC, Teixeira JA, Pereira-Júnior VA, Stefani R. Chitosan/corn starch blend films with extract from *Brassica oleraceae* (red cabbage) as a visual indicator of fish deterioration. *LWT*. 2015;61(1):258–62.
 33. Zhai X, Shi J, Zou X, Wang S, Jiang C, Zhang J, et al. Novel colorimetric films based on starch/polyvinyl alcohol incorporated with roselle anthocyanins for fish freshness monitoring. *Food Hydrocoll*. 2017;69:308–17.
 34. Abbas KA, Mohamed A, Jamilah B, Ebrahimian M. A review on correlations between fish freshness and pH during cold storage. *Am J Biochem Biotechnol*.

- 2008;4(4):416–21.
35. Ebrahimi Tirtashi F, Moradi M, Tajik H, Forough M, Ezati P, Kuswandi B. Cellulose/chitosan pH-responsive indicator incorporated with carrot anthocyanins for intelligent food packaging. *Int J Biol Macromol.* 2019;136:920–6.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-20>

Capítulo 20

DESENVOLVIMENTO DE KOMBUCHA A PARTIR DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO PROCESSAMENTO DE CAFÉ ARÁBICA

Laís Silva de Lima¹; Giulia Martins Pereira Belo²; Jeniffer Ferreira de Miranda³; Thais Matsue Uekane⁴; Adriene Ribeiro Lima⁵

¹Estudante do Curso de Nutrição da Universidade Federal Fluminense - UFF, lais_lima@id.uff.br;

²Estudante do Curso de Farmácia da UFF, giuliabelo@id.uff.br; ³ Mestre em Ciências aplicadas a produtos para a saúde pela UFF, jenifferfm@id.uff.br; ⁴Docente do Depto de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da UFF, thaisuekane@id.uff.br; ⁵Docente do Depto de Bromatologia da UFF, adriene@id.uff.br

Resumo: O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, sendo a *Coffea arabica* L. (arábica) a espécie mais cultivada e comercializada. Após a etapa de colheita os frutos do café passam pela etapa de processamento para a separação do grão, essa por sua vez pode ser por via úmida, via semiseca ou seca, entretanto, independentemente da via de processamento, mais de 50% do fruto é perdido, gerando um grande volume de resíduos sólidos, ricos em compostos bioativos e açúcares fermentescíveis, sendo, portanto, opções interessantes de substratos para o preparo de bebidas fermentadas como a kombucha. O presente estudo teve como objetivo desenvolver bebidas fermentadas com cultura simbiótica de kombucha (SCOBY) utilizando como substrato resíduos sólidos oriundos de dois tipos de processamento do café arábica e avaliar a variação de pH das bebidas ao longo da fermentação. Foram preparadas três infusões para o preparo de bebida fermentada utilizando os seguintes substratos: resíduo de Minas Gerais oriundo do processamento via seca (RMG), resíduo do Rio de Janeiro oriundo do processamento via úmida (RRJ) e o chá verde (*Camellia sinensis*), sendo este último utilizado como um controle de substrato convencional para o preparo de kombucha. Verificou-se que ambas as bebidas preparadas a partir das infusões dos resíduos apresentaram queda nos valores de pH ao longo dos dias de fermentação, sendo comprovada a atividade metabólica do SCOBY em ambos os substratos alternativos avaliados. Pode-se concluir que é possível desenvolver bebidas fermentadas seguras, do ponto de vista microbiológico, com cultura de kombucha utilizando como substratos alternativos resíduos sólidos do processamento de café.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L.; kombucha; subproduto

INTRODUÇÃO

A planta de café pertence ao gênero *Coffea*, membro da família Rubiaceae. Dentre as espécies existentes, *Coffea arabica* L. (arábica) e *Coffea canephora* Pierre (conilon) são as mais cultivadas e comercializadas, especialmente a *Coffea arabica* L. que corresponde de 75 a 80% da produção mundial (1,2,3,4).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, possuindo, em 2020, um parque cafeeiro equivalente a 1,88 milhões de hectares, distribuídas principalmente entre os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia, Paraná, Rio de Janeiro, Goiás e Mato Grosso, nestes a produção estimada foi de 48,7 milhões de sacas para o café arábica e de 14,3 para o conilon (5,6).

O fruto do café é constituído por epicarpo, mesocarpo, endocarpo, espermoderma e endosperma, que correspondem respectivamente a casca, polpa ou mucilagem, pergaminho, película prateada e semente (grão) do café (Figura 1) (7,8).

Para a retirada dos grãos, os frutos de café devem passar pela etapa de beneficiamento logo após a colheita, essa por sua vez, pode ser realizada por via seca, via semiúmida ou via úmida (9).

É importante destacar que independente da via utilizada, mais de 50% do fruto é descartado, resultando em um grande volume de resíduos, tanto líquidos quanto sólidos, que se não forem manejados adequadamente podem se tornar uma ameaça ao meio ambiente (10).

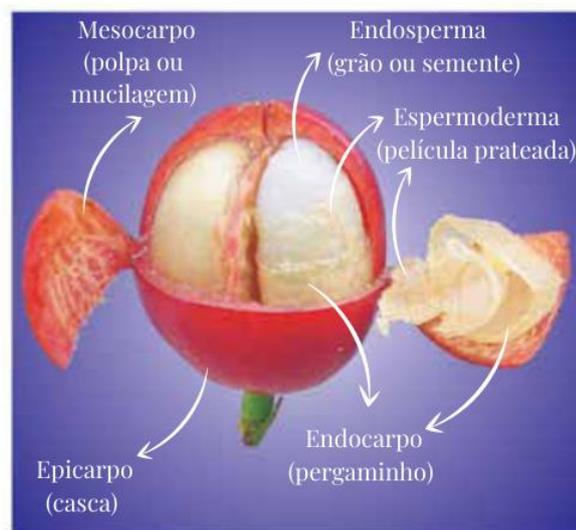


Figura 1 - Morfologia do fruto de café maduro (8).

Sabe-se que além da cafeína, que apresenta efeito estimulante, o café apresenta diversos outros componentes, como ácidos clorogênicos, vitaminas e constituintes lipídicos, que possuem potencial anticarcinogênico, antioxidante, e anti-inflamatório (11,12,13,14). Muitos desses compostos não estão presentes apenas nos grãos, utilizados no preparo das bebidas de café, mas também nos resíduos sólidos, com destaque para os principais compostos bioativos do café, os ácidos clorogênicos (15). Esses resíduos são ricos ainda em açúcares fermentescíveis, possuindo grande potencial para serem utilizados como substrato fermentativo na produção de bebidas fermentadas (16).

Uma bebida fermentada que vem se tornando popular no Brasil, principalmente devido às suas propriedades benéficas para a saúde, é a kombucha, derivada da respiração aeróbia e fermentação anaeróbia do mosto obtido tradicionalmente pela infusão de *Camellia sinensis* e açúcares por uma cultura simbiótica de bactérias e leveduras microbiologicamente ativas chamada de SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) (17,18).

As propriedades benéficas da kombucha se devem tanto aos compostos produzidos pela microbiota do SCOBY, quanto aos polifenóis presentes no substrato. Em face disso, diversos estudos têm utilizado substratos alternativos à *Camellia sinensis*, com o intuito de avaliar e comparar as propriedades funcionais e as características físico-químicas das bebidas desenvolvidas a partir de novos substratos. Estudos utilizando casca de banana e suco de uva como substratos alternativos para a produção de kombucha verificaram que as respectivas bebidas apresentaram atividades antioxidantes e antibacterianas semelhantes ao kombucha convencional (19,20).

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo desenvolver bebidas fermentadas com SCOBY utilizando como substrato resíduos sólidos oriundos de dois tipos de processamento do café arábica e avaliar a variação de pH das bebidas.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria prima

Foram selecionados resíduos oriundos do processamento via úmida e via seca, colhidos nos estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais, respectivamente, em julho de 2020. O resíduo do Rio de Janeiro (RRJ) é derivado da variedade de café Catuaí Amarelo e Vermelho e é resultante do processamento via úmida, enquanto que o resíduo de Minas Gerais (RMG) é proveniente da variedade de café Mundo Novo e resultante do processamento via seca. O RRJ foi coletado logo após o despulpamento dos frutos, armazenado em potes herméticos de 20 L e levados ao laboratório para a secagem. Já o RMG foi coletado após o descascamento dos frutos que haviam sido previamente secados em secadores mecânicos na própria fazenda.

Secagem, determinação da umidade e armazenamento dos resíduos

O processo de secagem do RRJ foi realizado utilizando estufa ventilada à temperatura de 55 °C por 72 horas. A umidade dos resíduos RRJ e RMG foi determinada por secagem em estufa a 105 °C (21). Por fim, os resíduos secos foram armazenados em bolsas herméticas.

Preparo das infusões e ambientação dos SCOBY

O preparo das infusões se deu em dois momentos distintos. No primeiro momento, realizou-se o preparo de infusões para ambientar o SCOBY aos novos substratos. Foram preparadas três infusões utilizando os seguintes substratos: RMG, RRJ e chá verde (*Camellia sinensis*), sendo este último utilizado como um controle de substrato convencional para preparo de kombucha. As infusões destinadas ao preparo das bebidas fermentadas foram preparadas nas proporções de 2% (m/v) de substrato, 5% (m/v) de sacarose. Os procedimentos de preparo das bebidas para a ambientação dos SCOBY nos

substratos estão descritos na Figura 2. Após quatro dias de ambientação, novas infusões foram preparadas para que os SCOBY, previamente ambientados, pudessem ser utilizados no preparo das bebidas finais (Figura 3).

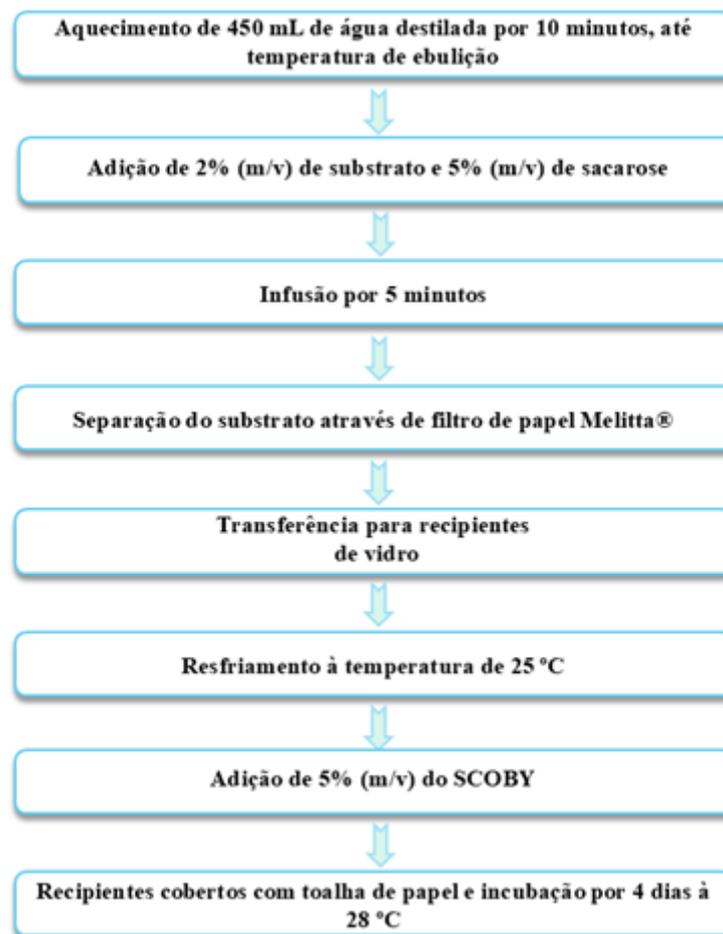


Figura 2 - Fluxograma de preparo das kombuchas para ambientação dos SCOBY

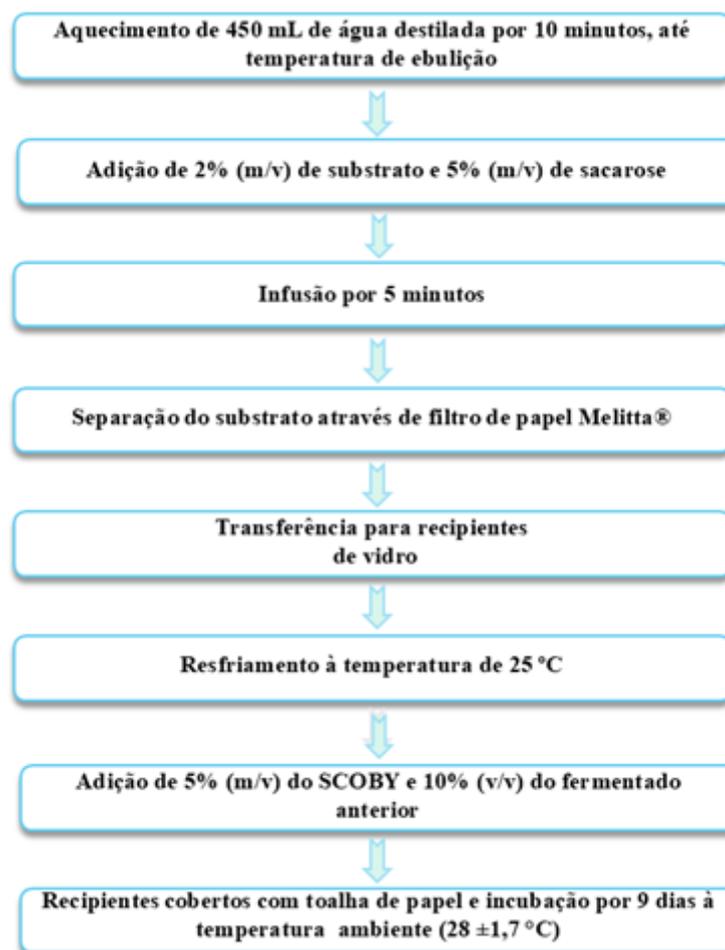


Figura 3- Fluxograma de preparo das kombuchas finais

Análise do pH

A análise do pH foi realizada por meio de um potenciômetro digital devidamente calibrado. Os valores de pH foram mensurados nas infusões não fermentadas, ou seja, antes da adição do SCOBY, e ao longo da fermentação nos dias 0, 3, 6 e 9.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores de umidade dos resíduos antes e após o processo de secagem. O RRJ apresenta uma umidade inicial elevada, pois trata-se do resíduo gerado pelo processamento via-úmida, no qual os grãos são descascados por um processo que utiliza água em abundância. Após a secagem em laboratório, o RRJ apresentou uma queda expressiva no valor de umidade. Os dados da umidade inicial do RMG não foram apresentados, pois trata-se do resíduo que foi gerado pelo processamento via seca, no qual o fruto integral é seco logo após a colheita e só após a secagem é que os frutos são descascados e estes resíduos são gerados.

Ambos os resíduos (RRJ e RMG) apresentaram valores finais de umidade adequados, tanto para a conservação, como para preservação dos compostos bioativos (22).

Tabela 1 – Valores de umidade dos resíduos do Rio de Janeiro (RRJ) e Minas gerais (RMG)

RESÍDUOS	UMIDADE INICIAL (%)*	UMIDADE FINAL (%)*
RRJ	83,03 ± 1,43	7,09 ± 1,16
RMG	--	14,50 ± 1,43

*Média de três repetições ±desvio padrão

Fonte: Os autores, 2021.

Na Tabela 2 estão descritos os valores de pH das infusões preparadas a partir dos substratos de chá verde (controle), RMG e RRJ não fermentadas. Ao analisar os dados observa-se que o chá verde apresenta um valor de pH maior que o das infusões provenientes dos resíduos de café. As infusões não fermentadas de ambos resíduos (RRJ e RMG) apresentaram o mesmo valor inicial de pH.

Tabela 2 – Valores de pH das infusões não fermentadas de chá verde, resíduo do Rio de Janeiro (RRJ) e resíduo de Minas Gerais (RMG)

INFUSÕES NÃO FERMENTADAS	pH*
Chá verde (infusão controle)	5,90± 0,01
RRJ	4,90± 0,01
RMG	4,90± 0,01

*Média de três repetições ±desvio padrão

Fonte: Os autores, 2021.

A Tabela 3 apresenta os valores de pH das bebidas ao longo dos dias 0, 3, 6 e 9 de fermentação. Verifica-se que ambas as bebidas preparadas a partir das infusões dos resíduos apresentaram queda nos valores de pH ao longo dos dias de fermentação. A redução do pH ao longo da fermentação está diretamente ligada à produção de ácidos orgânicos, especialmente ácido acético pela microbiota do SCOBY, portanto, foi demonstrada a atividade metabólica do SCOBY nos substratos alternativos avaliados. Ademais, é importante destacar que alimentos e/ou bebidas que apresentam pH<4 são classificados como muito ácidos, fator que impede a multiplicação de microrganismos patogênicos, tornando-os mais seguros do ponto de vista microbiológico (20,22).

Tabela 3: Valores de pH* ao longo da fermentação do chá verde, resíduo do Rio de Janeiro (RRJ) e resíduo de Minas Gerais (RMG)

BEBIDAS FERMENTADAS	DIA 0	DIA 3	DIA 6	DIA 9
Chá verde (kombucha controle)	4,30± 0,01	3,50± 0,01	3,10± 0,01	2,90± 0,01

RRJ	4,70± 0,01	3,50± 0,01	3,3± 0,01	3,30± 0,01
RMG	4,30± 0,01	3,60± 0,01	3,20± 0,01	3,20± 0,01

*Média de três repetições ±desvio padrão

Fonte: Os autores, 2021.

A Instrução Normativa nº 41 de 2019 regulamenta o Padrão de Identidade e Qualidade da kombucha e estabelece como parâmetro analítico um valor de pH $\geq 2,5$ e $\leq 4,2$ (17). Diante disso, observa-se que as bebidas produzidas a partir dos resíduos obtiveram valores de pH dentro do estabelecido pela legislação brasileira a partir do terceiro dia de fermentação.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que é possível desenvolver bebidas fermentadas seguras, do ponto de vista microbiológico, com cultura de kombucha utilizando resíduos sólidos do processamento de café, sendo essa uma boa opção para a diversificação de substratos além de uma alternativa viável e sustentável para o aproveitamento destes resíduos.

AGRADECIMENTOS

FAPERJ, CNPq e Capes pelo incentivo financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Maurin O, Davis AP, Chester M, Mvungi EF, Jaufeerally-Fakim Y, Fay MF. Towards a phylogeny for Coffea (rubiaceae): identifying well-supported lineages based on nuclear and plastid DNA sequences. *Ann Bot.* 2007;100(7):1565–83.
2. Barbin DF, Felicio AL, de Souza M, Sun D-W, Nixdorf SL, Hirooka EY. Application of infrared spectral techniques on quality and compositional attributes of coffee: an overview. *Food Res Int.* 2014;61:23–32.
3. Reis N, Franca AS, Oliveira LS. Discrimination between roasted coffee, roasted corn and coffee husks by Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform Spectroscopy. *LWT - Food Sci Technol.* 2013;50(2):715–22.
4. Zuorro A, Lavecchia R. Polyphenols and energy recovery from spent coffee grounds. *Chem Eng Trans.* 2011;25:285–90.
5. CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: café [Internet]. Brasília:2014 [acesso em 15 Out 2021]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>

6. ABIC- Associação Brasileira da Indústria de Café. O café brasileiro na atualidade [Internet]. 2021 [acesso em 15 Out 2021]. Disponível em: <https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/o-cafe-brasileiro-na-atualidade/>
7. Arcila PJ, Farfán VF, Moreno BA, Salazar GLF, Hincapié GE. Sistemas de Producción de café en Colombia. Capítulo 2. Crecimiento y desarrollo de la planta del café. Chinchiná: Cenicafé, 2007. 309 p.
8. Mesquita MM, Rezende JE, Carvalho JS, Júnior MAF, Moraes NC, Dias PT et al. Manual do café: colheita e preparo (*Coffea arabica* L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. (52 p. il).
9. Dúran CAA, Tsukui A, Santos FKF, Martinez ST, Bizzo HR, Rezende CM. Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida. Rev. Virtual Quim. 2017; 9(1):107-134.
10. Rattan S, Parande AK, Nagaraju VD. A comprehensive review on utilization of waste water from coffee processing. Environ Sci Pollut Res Int. 2015;22(9):6461-72.
11. Cárdenas C, Quesada A, Medina MA. Anti-Angiogenic and Anti-Inflammatory Properties of Kahweol, a Coffee Diterpene. Plos One. 2011;6(8):23407.
12. Pan MH, Tung YC, Yang G, Li S, Ho CT. Molecular mechanisms of the anti-obesity effect of bioactive compounds in tea and coffee. Food Funct. 2016;7(11):4481-4491.
13. Vicente SJV, Queiroz YS, Gotlieb SLD, Torres EAFS. Stability of phenolic compounds and antioxidant capacity of regular and decaffeinated coffees. Braz Arch Biol Technol. 2014;57(1):110-118.
14. Gökçen BB, Şanlıer N. Coffee consumption and disease correlations. Crit Rev Food Sci Nutr. 2019;59(2):336-348.
15. Murthy PS, Naidu MM. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition-A review. Resour Conserv Recycl. 2012;66:45-58.
16. Iriondo-Dehond A, Mesa MD. Coffee By-Products. Coffee: Chemistry, Quality and Health Implications. Oxfordshire: Royal Society of Chemistry; 2018.
17. Brasil. Instrução Normativa nº 41 de 17 de setembro de 2019. Estabelecer o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo o território nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 18 set. 2019; Seção 1, p.13.
18. Jayabalan R; Malbaša RV; Lončar ES; Vitas JS; Sathishkumar MA. Review on Kombucha Tea – Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 2014;13(4):538-50.

19. Pure AE, Pure ME. Antioxidant and Antibacterial Activity of Kombucha Beverages Prepared using Banana Peel, Common Nettles and Black Tea Infusions. *Int J Appl Biotechnol Biochem*. 2016;3(2):125-130.
20. Ayed L, Ben Abid S, Hamdi M. Development of a beverage from red grape juice fermented with the Kombucha consortium. *Ann. Microbiol*. 2017;67(1):111-121.
21. AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemistry*. 12 ed. Washington: DC; 1992.
22. Franco BDGM, Landgraf M. *Microbiologia de alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2008.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-21>

Capítulo 21

ACEITABILIDADE DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS FUNCIONAIS RICOS EM ÔMEGA-3: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Ysabele Yngrydh Valente Silva¹; Jéssica de Araújo Silva²; Séfura Maria Assis Moura³

¹ Estudante do Curso de Nutrição - IFCE – E-mail: ysabelevalentin@gmail.com.

² Estudante do Curso de Tecnologia de Alimentos - IFCE – ; E-mail: jessicaaraujo1317@gmail.com. 3

Docente/pesquisador do Depto de Ciência dos Alimentos – IFCE. E-mail: sefura@ifce.edu.br.

Resumo: A procura da população por alimentos mais saudáveis tem aumentado nos dias atuais. A utilização de alguns ingredientes ricos em ácidos graxos ômega 3, que são associados a diversos benefícios à saúde, na fabricação de produtos apreciados pelos consumidores é uma forma de associar qualidade nutricional e palatabilidade. Assim, o presente estudo teve por objetivo revisar a literatura científica sobre a elaboração de produtos enriquecidos com ômega 3, de caráter funcional, que tragam mais qualidade de vida através dos seus compostos bioativos. Trata-se de uma revisão de literatura do tipo sistemática, utilizando os seguintes termos: “Alimentos enriquecidos com ômega 3”, “biscoitos enriquecidos”, “enriched foods”, “omega 3”, “enriched cookies” e suas combinações em português e inglês, nas bases de dados SciELO e Periódicos Capes. Foram encontrados 291 artigos para análise de título, palavras-chave, resumo e metodologia. Após avaliação criteriosa e objetiva, apenas 11 artigos atenderam os critérios de inclusão, seguindo para leitura completa, extração dos dados e análise dos resultados e conclusões. Constatou-se que os estudos são relevantes e diversos incorporando produtos que são fontes de ômega-3. Conclui-se que a utilização de produtos fonte de ômega-3 na formulação de diversos alimentos é uma alternativa viável para enriquecer formulações e ofertar valor nutricional superior aos produtos já existentes no mercado. Contudo, para avaliar o potencial de comercialização desses alimentos de forma mais significativa, recomenda-se para estudos futuros a suplementação do ômega-3 encapsulado, para que assim, seja mensurado seu custo final unitário e sua aceitação.

Palavras-chave: Ácidos graxos poli-insaturados; Nutrição; Ômega-3

INTRODUÇÃO

O cenário epidemiológico brasileiro retrata aumento no número de casos de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT's) como obesidade, hipertensão arterial sistêmica, osteoporose, diabetes mellitus e câncer. Estima-se que as DCNTs são responsáveis por 72% das mortes no Brasil, atingindo a população de todas as classes sociais, porém, acentuada em grupos de baixo nível de instrução, renda e idosos (1).

O aumento no interesse e na procura por alimentos funcionais está intimamente relacionado ao crescente aumento das DCNT's, além do envelhecimento da população (2). Esses tipos de alimentos representam um nicho de mercado extremamente rentável, pois são produtos com alto valor agregado e com um marketing agressivo na busca pelo consumo (1)

As propriedades benéficas, presentes em alguns alimentos funcionais podem ser provenientes do próprio alimento, ou através da adição de compostos bioativos em sua composição, assim modificando e/ou melhorando suas propriedades originais. Como exemplo a adição de antioxidantes, fibras alimentares, ácidos graxos poliinsaturados, fitoesteróis, probióticos e prebióticos, entre outros (2).

Segundo Coelho e Mellado (3), os ácidos graxos ω -3 podem ser adicionados na forma de ingredientes como uma alternativa bem aceita sensorialmente, e com significativa contribuição nutricional, auxiliando para a inserção de novos produtos no mercado.

Os ácidos graxos da família ômega 3 (ω -3), principalmente os ácidos eicosapentaenoico (EPA) e docosahexaenóico (DHA) são compostos associados a diversos benefícios à saúde humana, como a prevenção e o tratamento de doenças cardiovasculares, hipertensão, inflamações e até o câncer (4,5).

Uma alternativa interessante seria utilizar a farinha de peixe para formulações funcionais. Segundo Souza (6), o pescado pode ser considerado fonte de nutrientes indispensáveis, nutriente que serve como base para a concepção de alimento funcional, além de ser gordura rica em ácidos graxos poli-insaturados, como os ácidos graxos ômega-3, que contribuem para a diminuição da incidência de doenças cardiovasculares.

Outras fontes, como as sementes de linhaça, chia e nozes, têm o ácido graxo alfa-linolênico (AA) (ω -3), como importante componente, mas que precisa ser convertido no organismo em EPA e DHA (7).

Diante disso, o trabalho traz o seguinte questionamento: Qual a aceitabilidade de produtos alimentícios enriquecidos com ingredientes ricos em ômega 3?

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre artigos de produtos enriquecidos com ω -3, com caráter funcional, que tragam mais qualidade de vida através da ingestão dos seus compostos bioativos, analisando suas características

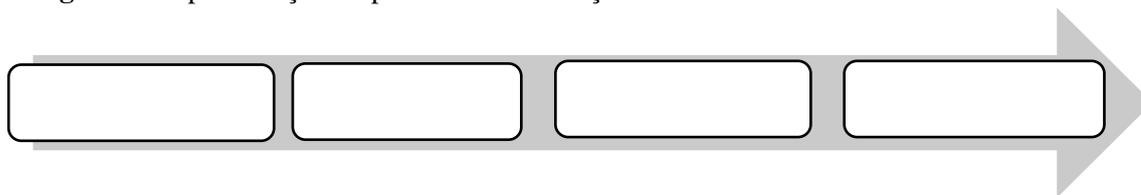
CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Esse estudo é classificado como revisão bibliográfica de literatura, do tipo sistemática, com intuito de compilar trabalhos que desenvolveram e avaliaram a produção de alimentos enriquecidos com fontes de ω -3 nos últimos dez anos.

A revisão bibliográfica sistemática (RBS) proporciona ao pesquisador uma maior efetividade nas buscas realizadas mediante o assunto designado. Na sua recomendação, o autor define os objetivos, os métodos de busca, os critérios de seleção, executa a pesquisa e analisa os resultados obtidos (8).

O presente estudo seguiu o modelo descrito na Figura 1.

Figura 1. Representação do processo de condução de uma RBS.



Fonte: Adaptado de Biolchini *et al.*(8).

Critérios de inclusão: I - trabalhos publicados entre os anos 2011 e 2021; II - artigos publicados na íntegra em língua portuguesa, espanhola ou inglesa; III - estudos originais que abordassem o preparo de alimentos funcionais enriquecidos com ômega-3; IV – como também, que contivessem avaliação de características tecnológicas, físicas, químicas, físico-químicas, sensoriais, dentre outras.

Critérios de exclusão: I - artigos com resultados que não abordassem o tema de forma clara e com resultados insatisfatórios; II - estudos duplicados nas bases de dados.

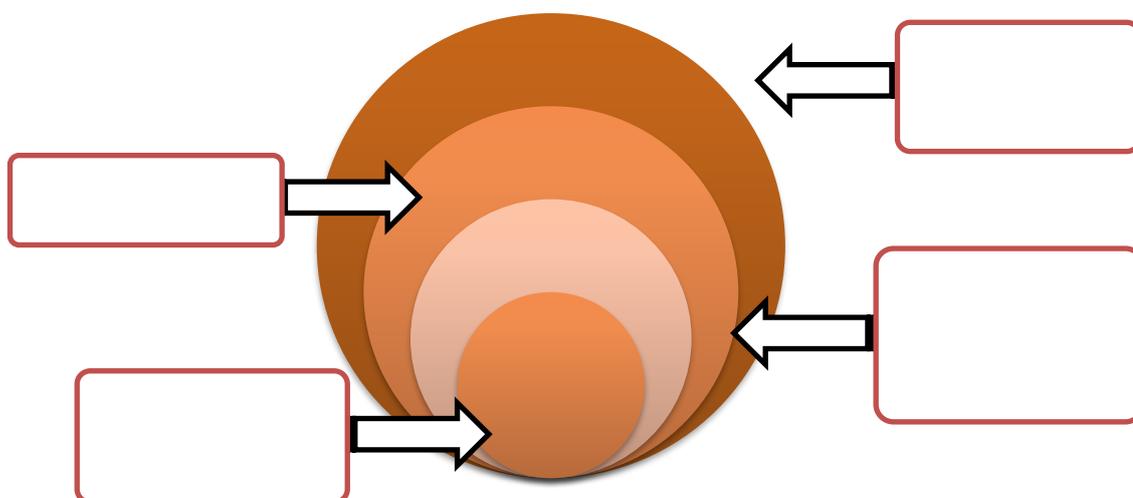
EXECUÇÃO

A coleta dos dados foi realizada de março a maio de 2021. As bases de dados utilizadas na pesquisa foram: SciELO, Google Acadêmico e Periódicos Capes para que fossem feitas comparações dos resultados e informações obtidas pelos mesmos.

As pesquisas foram realizadas utilizando os seguintes termos: “Alimentos enriquecidos com ômega 3”, “biscoitos enriquecidos”, “enriched foods”, “ômega 3”, “enriched cookies”, e suas combinações em português e inglês.

Foram encontrados 291 artigos para análise de título, palavras-chave, resumo e metodologia. Após avaliação criteriosa e objetiva, apenas 11 artigos indexados nas referidas bases de dados atenderam os critérios de inclusão, seguindo para leitura completa, extração dos dados e análise dos resultados (Figura 2).

Figura 2. Processo de triagem dos estudos selecionados.



Fonte: Autores, 2021.

RESULTADOS

Os aspectos de maior relevância dos artigos selecionados foram extraídos e dispostos conforme o Quadro 1. Para auxiliar na análise e discussão dos resultados, os artigos receberam codificação (A1 a A11).

Quadro 1. Aspectos relevantes dos estudos selecionados.

ID	Extração dos Dados			
	Produto	Concentração	Análise realizada	Referência
A1	Ovo	Ômega-3	Parâmetros bioquímicos	ALVARÉZ & DUQUE (9)
A2	Sopa Biscoito	Farinha de tilápia	Análise de aceitação.	BARRETO <i>et al.</i> , (10)
A3	Bolo	Grãos de chia Farinha de chia	Composição centesimal e teste de aceitabilidade.	CHIARELI <i>et al.</i> , (11)
A4	Barras de cereal	Linhaça dourada	Composição centesimal, análise sensorial e estabilidade.	COLUSSI <i>et al.</i> , (12)
A5	Iogurte	Farinha de gergelim	Avaliação sensorial, físico-química e microbiológica	FINCO <i>et al.</i> , (13)
A6	Biscoito	Linhaça Pigmentos naturais	Análise sensorial	LOURENÇO, LEMOS (2)
A7	Pão	Farinha de linhaça	Avaliação sensorial	MACIEL <i>et al.</i> , (14)
A8	Biscoitos	Farelo de linhaça marrom	Valor nutritivo e aceitabilidade	MOURA <i>et al.</i> , (15)
A9	Bolo	Farinha de linhaça Psyllium	Análise microbiológica e sensorial	SÁ <i>et al.</i> , (16)
A10	Biscoitos	Farinha de linhaça	Análise centesimal e quantificação de B-caroteno	SOUZA <i>et al.</i> , (17)
A11	Iogurtes	Ômega-3 encapsulado	Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial	GUMUS <i>et al.</i> , (18)

Fonte: Autores, 2021.

Entre os estudos selecionados e analisados, os principais achados estão apresentados a seguir.

No primeiro artigo (A1), os pesquisadores avaliaram o efeito do consumo por 10 semanas de ovos enriquecidos com ômega-3 e sem fortificação, em medidas antropométricas (peso, altura, cintura, quadril, pressão arterial, porcentagem de gordura total e visceral) e medidas bioquímicas (perfil lipídico e glicose), de 15 pessoas com

sobrepeso ou obesidade tipo I. Foi possível observar diferenças significativas nos valores antropométricos de gordura corporal total na população masculina ($P < 0,027$). Nos parâmetros bioquímicos, diferenças significativas foram observadas para: colesterol total ($P < 0,037$), HDL ($P < 0,001$) tratamento 4 (T4) (três ovos enriquecidos com um plano específico) e triglicerídeos ($P < 0,033$) tratamento 3 (T3) (cinco ovos enriquecidos com orientação alimentar); índice aterogênico ($P < 0,0308$) no tratamento T2 e ($P < 0,0031$) no tratamento T4. Portanto, o consumo de ovos enriquecidos com ômega-3 e uma dieta ou plano específico teve um efeito positivo na redução do colesterol total, triglicerídeos e no aumento do HDL (9).

O estudo A2 teve como objetivo formular biscoitos e sopa usando farinha de peixe produzida com peixes de baixo valor comercial, de modo a apontar alternativas na diversificação de alimentos para merendas em escolas públicas. Foram preparadas duas formulações diferentes, sendo essas, biscoitos e sopas com a inserção de farinha de peixe. O estudo demonstrou que os biscoitos e a sopa elaborados com farinha de tilápia de baixo valor comercial apresentam boa aceitação, já que a maioria dos alunos atribuíram aos biscoitos os escores “gostei muito” e “gostei moderadamente”, indicando uma aceitação em torno de 70%. Isso demonstra a viabilidade do uso de biscoitos na merenda escolar elaborados de forma artesanal. Já a aceitação da sopa foi de 100%, demonstrando que esse percentual está ligado ao sabor promovido pela adição da farinha de peixe, uma vez que as sopas sem aromas não são bem aceitas. Concluindo que os biscoitos e a sopa elaborados com farinha de tilápia de baixo valor comercial apresentam boa aceitação pelos alunos de nível médio (10).

No artigo A3, desenvolveu-se um bolo contendo 30g de grãos de chia. A formulação apresentou quantidade de fibras bastante favorável. Os resultados obtiveram os seguintes valores: carboidrato 31,03%, lipídeos 9,80%, proteínas 7,57% umidade 33,49%, cinzas 1,90% e fibras 8,59% e o produto apresentou proporção satisfatória de ácidos graxos insaturados (79,21%), com destaque aos ácidos graxos insaturados oleico (49%) e linoleico (21,6%) e apenas 23,29% de ácidos graxos saturados. No teste de aceitabilidade cerca de 62,5% dos voluntários responderam “Gostei extremamente” para o atributo sabor e nos índices avaliados para intenção de compra 86% comprariam o bolo. Concluindo que o presente trabalho possui substâncias funcionais que auxiliam no controle de doenças e apresentou boa aceitação (11).

No estudo A4, os autores propuseram uma elaboração de barras de cereais com linhaça dourada com agentes secos e ligantes nas proporções de 70% e 30%, respectivamente, sendo estas submetidas à avaliação da composição química, à aceitabilidade sensorial e à estabilidade após a elaboração. O produto apresentou características sensoriais adequadas e por ser fonte de fibras. A formulação de melhor aceitabilidade sensorial foi com emprego de 50% de aveia e 50% de linhaça dourada. As barras de cereais apresentam boa estabilidade devido à baixa atividade de água e à não formação de peróxidos em 60 dias de armazenamento. Concluindo ser uma boa alternativa de alimento funcional (12).

No trabalho A5, realizou-se a elaboração de um iogurte com adição de farinha de gergelim em concentrações de 5 g/L, 20 g/L e 35 g/L e caracterizou-se o produto obtido através de análises físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais. Quanto às características analisadas, o iogurte com mais azeite pela análise sensorial foi o de 5g/L, com média acima de sete e demonstrou-se um produto rico em proteínas ($21,27 \pm 0,24$) e lipídios ($39,74 \pm 0,30$). Quanto aos parâmetros microbiológicos, o produto atendeu aos

padrões exigidos pela legislação brasileira. Portanto, a elaboração mostrou-se viável no que diz respeito à aceitação dos consumidores (13).

No estudo A6 foram desenvolvidos biscoitos enriquecidos com sementes de linhaça e pigmentos naturais e analisados sensorialmente, quanto à aparência, aroma, sabor, textura, cor, aceitação global e intenção de compra. Os resultados demonstraram que os biscoitos com Betalaína e Carotenóide obtiveram boa aceitabilidade $\geq 70\%$. Comparado com a amostra padrão o biscoito Carotenóide apresentou diferença significativa ($p < 0,05$), bem como uma preferência na intenção de compra de 46% e no critério sabor com 60%. Concluiu-se que biscoito com carotenoide é uma opção promissora de lanche saudável, visto que o produto apresentou boa intenção de compra e aceitação (2).

Na sétima pesquisa, denominada A7, os pesquisadores elaboraram pães enriquecidos com farinha da casca de jatobá e farinha da linhaça (10% e 3%), e analisaram sensorialmente quanto ao teste de preferência, aceitação e intenção de compra. Os resultados demonstram que houve preferência pela formulação com menor quantidade das farinhas, 78% dos provadores atribuíram nota 9 (gostei extremamente), 19% nota 9 (gostei muito) e 3% nota 7 (gostei moderadamente). Além disso, a amostra recebeu 78% de aprovação no teste de intenção de compra. Concluindo que o produto demonstra uma ótima alternativa nutricional, agregando valor às farinhas citadas, que são pouco utilizadas no Brasil, bem como diversificação de produtos (14).

No estudo A8, foram elaborados biscoitos salgados adicionados com farinha da de linhaça marrom (5% e 20%), e analisados quanto ao valor nutritivo e à aceitabilidade. Os biscoitos foram avaliados quanto a sua composição química, coloração, parâmetros físicos e aceitação sensorial. De acordo com os resultados, os biscoitos apresentaram aumento de A formulação com adição de 5% de farelo de linhaça foi a mais aceita. Os percentuais de proteínas e cinzas aumentaram conforme a adição do farelo de linhaça, tal resultado se deve à presença de minerais na linhaça, pois esta possui maior teor de cinzas quando comparada à farinha de trigo especial, apresentando valores de 18,5g/100g e 0,8g/100g, respectivamente diferença significativa entre si. Concluindo então que a produção dos biscoitos é uma alternativa viável e mais nutritiva para alimentação humana (15).

No estudo A9, foi produzido um bolo enriquecido com farinha de linhaça e psyllium. O produto foi analisado quanto às características sensoriais, análise microbiológica e teste de aceitação. O bolo enriquecido apresentou-se dentro dos padrões microbiológicos preconizados pela legislação vigente. Obteve boa aceitabilidade para todos os atributos avaliados, apresentando médias maiores em relação a qualidade global (8,77), aroma (8,75) e sabor (8,74). Na intenção de compra, recebeu aprovação de 89% dos provadores e índice de aceitabilidade de 97,44%, sendo considerado um produto bem aceito pelos provadores. Portanto, o produto demonstra contribuir para a indústria alimentícia, favorecendo o desenvolvimento de novos produtos e a diversificação de novos ingredientes (16).

No estudo A10, foram elaborados biscoitos enriquecidos com polpa de buriti e farinha de linhaça marrom. Foi avaliada a composição centesimal e quantificação de β -caroteno. As análises demonstram que formulação contém 68,6% teores de carboidratos, 1,37% cinzas, 13,2% de lipídios, umidade de 9,48%, proteínas com 7,33%, fibra alimentar 4,3g/100g e valor calórico de 422,6 kcal/100g, β -caroteno 23,150 mg/100g, e 1929,16 RAE/100g (equivalente de atividade de retinol). A formulação atende todos os padrões da legislação em relação a sua composição. Concluindo que os biscoitos se

apresentam como um alimento fonte de fibra alimentar e vitamina A capaz de suprir 100% das recomendações diárias desta vitamina em todas faixas etárias (17).

No estudo A11, desenvolveu um iogurte suplementados com ômega-3 encapsulados (O-3FA). Quanto aos resultados, ressalta-se os atributos físicos de retenção de água e texturais superiores com uma taxa de oxidação mais baixa. No entanto, a qualidade sensorial dos iogurtes fortificados deve ser melhorada. Apesar da ideia ser muito interessada por conta que o enriquecimento do iogurte não só aumenta a biodisponibilidade de óleos ricos em ácidos graxos funcionais, mas também reduz o perfil lipídico sérico e os fatores de risco relacionados à obesidade. Concluiu-se que mais estudos clínicos são necessários para apoiar de forma abrangente a produção de iogurtes saudáveis com base em evidências e O-3 Fas (18).

CONCLUSÕES

Conclui-se que a utilização de produtos fonte de ômega-3 na formulação de diversos alimentos é uma alternativa viável para a enriquecer formulações e ofertar valor nutricional superior aos produtos já existentes no mercado. Sobretudo, a incorporação de subprodutos residuais, como no caso das farinhas, contribui de forma significativa para o desenvolvimento de produtos da panificação com características físicas, químicas e sensoriais mais aceitáveis que as formulações tradicionais, agradando aos consumidores.

A maioria dos estudos aqui apresentados realizaram testes físicos e sensoriais, que revelam os parâmetros tecnológicos de qualidade e a aceitação e intenção de compra do produto final. Contudo, para avaliar o potencial de comercialização desses alimentos de forma mais significativa, recomenda-se para estudos futuros, com a suplementação do ômega-3 encapsulado, para que assim, seja mensurado seu custo final unitário. Servindo então, como maneira de atrair o interesse do setor da elaboração de produtos para conseguir oferecer produtos com qualidade e segurança aos consumidores.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte pelo apoio na realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Melo SPSC, Cesse EAP, Lira PIC, Rissin A, Cruz RSBLC, Filho MB. Doenças crônicas não transmissíveis e fatores associados em adultos numa área urbana de pobreza do nordeste brasileiro. 2019; 24 (8).
2. Lourenço RCOD, Lemos ACG. Desenvolvimento e análise sensorial de biscoitos enriquecidos com sementes de linhaça e pigmentos naturais. Revista Saúde UniToledo, Araçatuba, SP; 2018; 02:11-25.
3. Coelho MS, Mellado MLMS. Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia Hispânica L*) em alimentos. Braz. J. Food Technol., Campinas-SP. 2014; 17: 259-268.

4. Holub DJ, Holub BJ. Omega-3 fatty acids from fish oils and cardiovascular disease. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 2004; 263: 217- 225.
5. Wendel M, Heller AR. Anticancer actions of omega-3 fatty acids – current state and future perspectives. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*. 2009; 9:457-70.
6. Sousa RG. Processamento e venda de pescado congelado [Projeto de Pesquisa]. Instituto Federal do Espírito Santo –IFES campus Piúma. Engenharia de Pesca, 2017.
7. Momi TA. Marine Omega-3 fatty acids in the prevention of cardiovascular disease. *Fitoterapia*. 2017; v. 123.
8. Biolchini JCA, Mian PG, Natali ACC, Conte TU, Travassos GH. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. *Advanced Engineering Informatics*. 2007; 21:133-151.
9. Álvarez BJB, Duque REV. Efectos nutricionales de la ingesta de huevo enriquecido con Omega-3 en una población de empleados de Zamorano. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras*, 2020.
10. Barreto NSE, Rocha JBS, Ledo CAS. Elaboração de biscoitos e sopa usando farinha de peixe. *Arq. Ciên. Mar*. 2015; 48(1):57 – 61.
11. Chiareli CP, Da Silva JC, Marchiori JMG, Mello MHG. Desenvolvimento de um bolo rico em fibras solúveis enriquecido com chia. *Revista Ciências Nutricionais Online*. 2017; 1(1):46-52.
12. Colussi R, Baldin F, Bilduski B, Noello C, Hartmann V, Gutkoski LC. Aceitabilidade e estabilidade físico-química de barras de cereais elaboradas à base de aveia e linhaça dourada. *Brazilian Journal Of Food Technology*, [S.L.]. 2013; 16(4):292-300.
13. Finco AMO, Garmus TT, Bezerra JRMV, Córdova KRV. Elaboração de iogurte com adição de farinha de gergelim / Yogurt-making with addition of sesame flour. *Revista Ambiente*, [S.L.]. 2011;7(2):217-227.
14. Maciel AS; Vieira RP, Gherardi SRM. Obtenção e utilização da farinha da casca de jatobá (*hymenae courbari*) enriquecida com linhaça (*linum usitatissimum*) para panificação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. 2016; 18:65-70.
15. Moura CC, Peter N, Schumacker BO, Borges LR, Helbig E. Biscoitos enriquecidos com farelo de linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L.): valor nutritivo e aceitabilidade. *Demetra*; 2014; 9(1):71-81.
16. Sá IA, Sousa NL, Alves MS, Coimbra LL, Lima MP. Elaboração, análise sensorial e microbiológica de bolo enriquecido com farinha de linhaça dourada (*Linum usitatissimum*) e psyllium (*Plantago ovata*). **Caderno de Ciências Agrárias**, [S.L.], 2021; 13:1-9.
17. Sousa SKC, Sousa RF, Silva CCB, Pereira CTM, Jardim AT, Mesquita ECM. Composição centesimal e quantificação b caroteno de biscoitos enriquecidos com polpa de buriti (*mauritia flexuosa l.*) e farinha de linhaça marrom (*linum usitatissimum l.*). *B.CEPPA*. 2021;37.
18. Gumus B, Cansu, Gharibzahedi S. Yogurts supplemented with lipid emulsions rich in omega-3 fatty acids: New insights into the fortification, microencapsulation, quality properties, and health-promoting effects. *Trends in Food Science & Technology*. 2021; 110:10.1016.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-22>

Capítulo 22

ASPECTO QUÍMICO E BIOATIVIDADE DA JACA (*Artocarpus heterophyllus*): UMA REVISÃO

Cícera Dayane Thais de Sousa¹; Mônica de Almeida Benjamim²; Maria Tamires Gonçalves da Silva³; Débora Odília Duarte Leite⁴; Erlânio Oliveira de Sousa⁵

^{1,2,3} Discente/Tecnologia em Alimentos - Faculdade de Tecnologia - FATEC Cariri; E-mail: 201820102179.cicera@centec.org.br, ⁴Discente/Doutorado da Rede Nordeste de Biotecnologia da Universidade Estadual do Ceará – UECE, ⁵Docente/pesquisador do Curso de Tecnologia em Alimentos - Faculdade de Tecnologia – FATEC Cariri; E-mail: erlanio@centec.org.br

Resumo: *Artocarpus heterophyllus* é uma árvore perene distribuída em regiões tropicais, e seu fruto (jaca) é conhecido como o maior fruto arbóreo do mundo. Está entre as espécies mais estudadas do gênero *Artocarpus*, de forma que, suas partes têm sido alvo do interesse em estudos fitoquímicos e biológicos. Os componentes isolados e atividades biológicas de *A. heterophyllus* constituíram o objetivo desta revisão sistemática. O estudo foi conduzido usando os mecanismos de pesquisa científica “Web of Science”, “Science direct”, “Pubmed”, “researchgate”, “Scielo” e “Scirus”, com dados definidos de 2013 a 2020. Nesta revisão, observou-se um total de 82 constituintes isolados e identificados e expressiva predominância de flavonoides. As atividades biológicas que se destacaram foram: antioxidante, anti-inflamatória, citotóxica, anticancerígena, antiHIV, antiproliferativa, antidiabética e antibacteriana. Os aspectos considerados nesta revisão, permitiram uma avaliação do potencial fitoquímico e biológico de *A. heterophyllus*.

Palavras-chave: *Artocarpus heterophyllus*; constituintes químicos; atividades biológicas

INTRODUÇÃO

A família Moraceae é constituída por 37 gêneros e aproximadamente 1.100 espécies, de ocorrência ampla nas regiões tropicais do planeta (1). *Artocarpus* é um gênero dessa família que possui hábito arbóreo e contém aproximadamente 50 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais da Ásia (2). Em termos econômico, as espécies de *Artocarpus* são bastante conhecidas pelos seus frutos, como a jaca, cuja parte comestível corresponde, na verdade, às paredes desenvolvidas dos ovários, popularmente conhecidos por bagos (3).

De partícula importância, uma revisão sistemática com dados definidos entre 1907 e 2012, informou investigações fitoquímicas e biológicas em 34 espécies do gênero *Artocarpus*, observando o isolamento de 369 substâncias pertencente a várias classes, principalmente flavonoides (4). Nas atividades biológicas listadas destacaram-se: antioxidante; anti-inflamatória; antimalária; citotóxica; anticancerígena; antiandrogênica;

anti-HIV; antileucêmica; despigmentante; antifúngica; antibacteriana; antiulcerogênica; anticoagulante; como marcadora de atividades tumorais em tecidos; imunossupressora; inibidora de catepsina, e anti-herpética (4).

Entre as espécies estudada de gênero *Artocarpus*, a *Artocarpus heterophyllus* destaca-se em relação a estudos fitoquímicos e biológicos. Portanto, o objetivo desta revisão é abordar os constituintes fitoquímicos e atividades biológicas dessa espécie de 2013 a 2020. Acreditamos que esta revisão possa servir para atualização de estudos com *A. heterophyllus* e um parâmetro para novas investigações.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado a partir de dados obtidos em pesquisa bibliográfica, utilizando principalmente os buscadores de ciências “Web of Science”, “Science@direct”, “Pubmed”, “SciELO” e “Scirus”, com achados no período de 7 anos, de 2013 a 2020. Foram utilizadas as seguintes palavras-chave, isoladamente ou em combinação: “*Artocarpus heterophyllus*”, “constituintes químicos”, “atividades biológicas” e “produtos naturais”. Os artigos foram lidos na íntegra e as informações inseridas em uma ficha técnica que incluía autores, ano de publicação, estrutura química dos compostos estudados e bioatividade.

Constituintes químicos

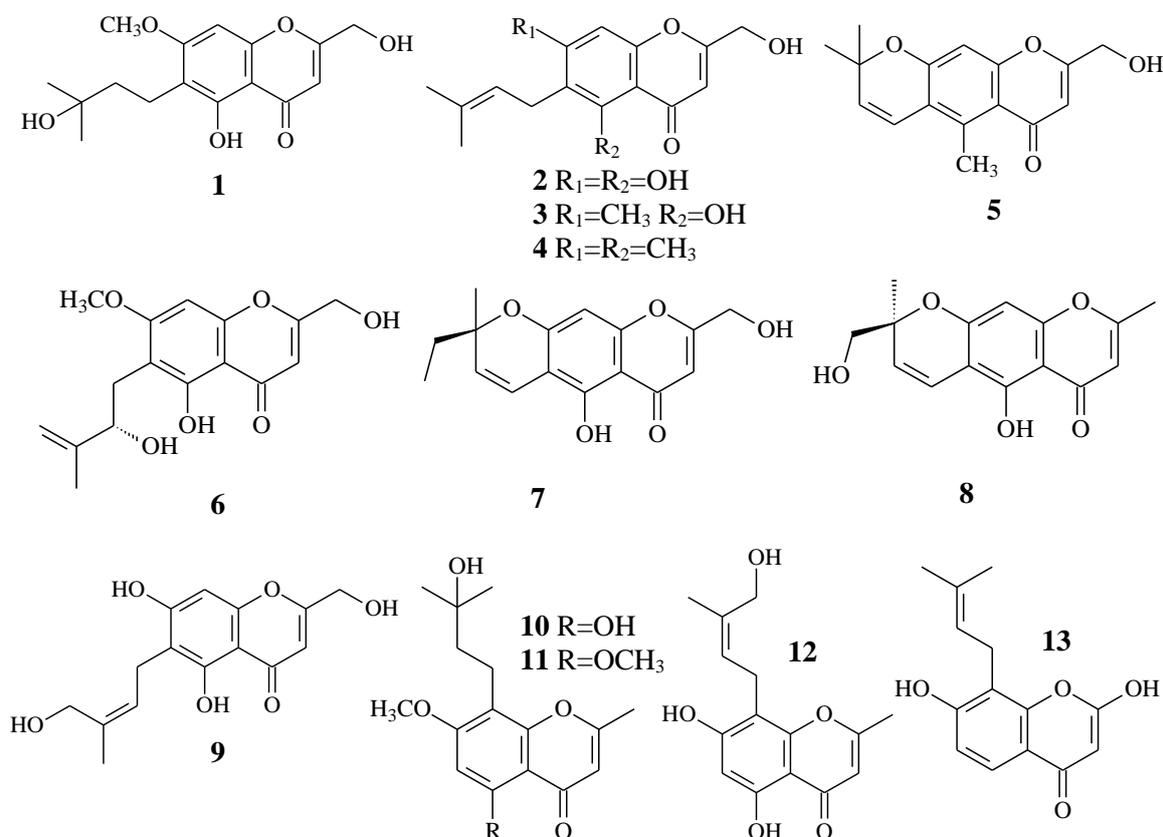
Diferentes partes de *A. heterophyllus* foram estudadas no período de 2013 a 2020 com relação aos seus constituintes químicos, resultando no isolamento e na identificação de um total de 82 constituintes distintos com padrões estruturais variados (Figura 01). Dentre os metabólitos isolados, destacam-se os flavonoides com uma expressiva quantidade de substâncias isoladas. Os vários estudos que descreveram os constituintes isolados de *A. heterophyllus* são apresentados na tabela 01.

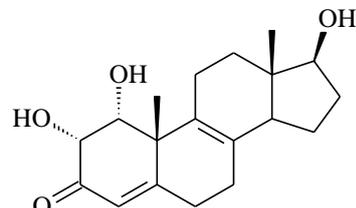
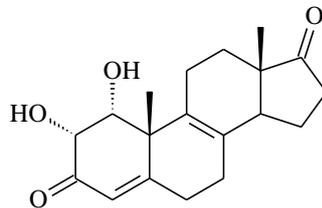
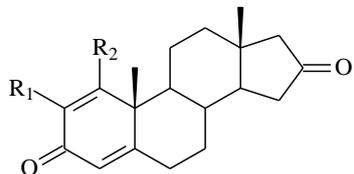
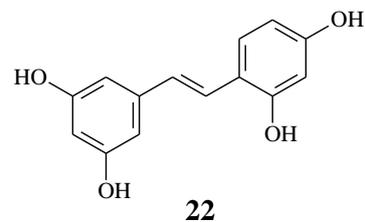
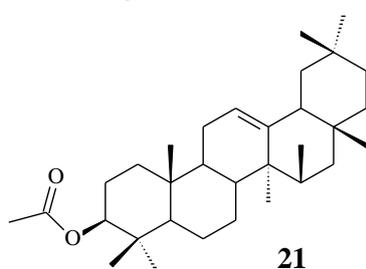
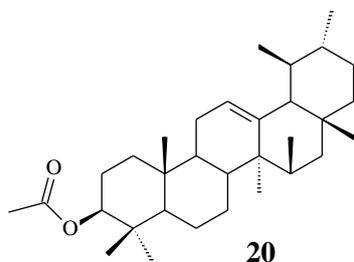
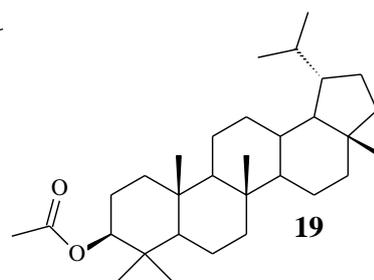
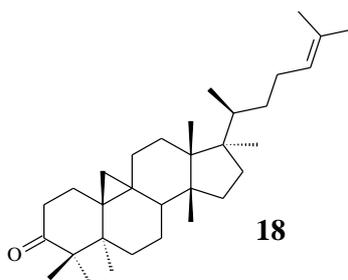
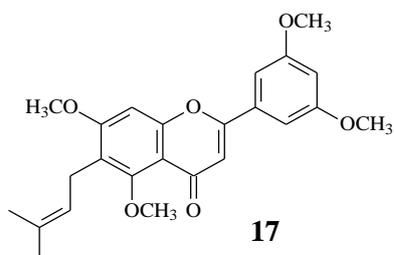
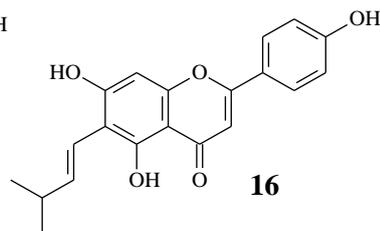
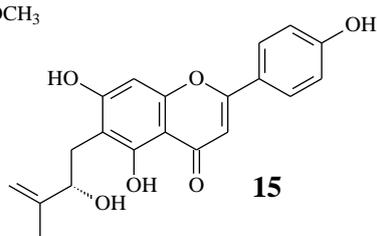
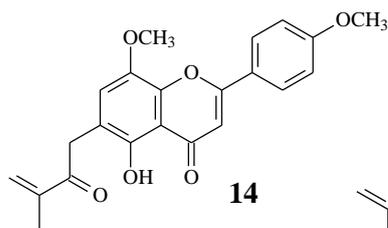
Tabela 6 – Constituintes químicos isolados da espécie *Artocarpus heterophyllus*.

Constituintes*	Material**	Referências**
Artocareterona A, B, C, D e E (1-5)	Frutos	(3)
Artoheterofinas A (6) e B (7), ficuformodiol B (8), cnidimol D (9), harperamonona (10), perforatina B (11), 5,7-dihidroxi-8-[(2E)-4-hidroxi-3-metilbut-2-enil]-2-metil-4H-1-benzopirano-4-onona (12), 2-(4-hidroxi-fenil)-8-(3-metil-but-2-enil)-croman-4-ona (13), bracte flavona B (14), dinklagina C (15), 6-(3-metil-(E)-1-butenil) crisina (16) e 5,7,3',5'-tetrametoxi-6-Cpernil flavona (17)	Hastes e folhas	(1)
Cicloartenona (18) ^a , acetato de lupeol (19) ^a , acetato de α e β -amirina (20-21) ^a e oxiresveratrol (22) ^{a,b}	Flores	(2) ^a , (5) ^b
Artoheterofóide (23), triquiasterona B (24), 1-metoxi-androstan-1,4-dien-3,16-dionona (25), K10-0216 KA (26), K10-0216 KB (27), (Z)-D1,2-desidro gugglsteronona (28), 1-metoxi-pregnan-17-(S)-1,4-dien-3,16-dionona (29), 1-metoxi-pregnan-17-(R)-1,4-dien-3,16-dionona (30)	Frutos	(6)
Artocarpanona (31) ^{a,c,d} , artocarpina (32) ^{a,b,c,d} , cicloarto carpina (33) ^{a,c} e cianomaclurina (34) ^{a,c} , artoheterona A e B (35-36) ^d , 2,3-dihidro-5,7-dihidroxi-2-(2-hidroxi-4-metoxifenil)-4H-1-benzopirano-4-ona (37) ^d	Cerne ^a Madeira ^b Galhos ^c Raízes ^d	(7) ^a , (8) ^a , (9) ^b , (10) ^b , (11) ^c , (12) ^d

Artoheteroides A-D (38-41) ^a , morina (42) ^{a,b} , artocarmina A (43) ^{a,b} , albanina A (44) ^{a,b} , eucronona A (45) ^a , norartocarpanona (46) ^a e estepogenina (47) ^a	Raízes ^a Madeira ^b	(13) ^a , (10) ^b
Artoheterofilina E, F, G, H, I, J (48-53), 2-geranil 2,3,4',5-tetrahydroxi-cisstilbeno (54), 2,3-dihidro-5,7-dihidroxi-2-(2-hidroxi-4-metoxifenil)-4H-1 benzopiran-4-ona (55), 6-[(1S, 2S)-1,2-dihidroxi-3-metilbutil]-2-(2,4-dihidroxifenil)-5-hidroxi-7-metoxi-3-(3-metil-2-buten-1-il)-4H-1-benzopiran-4-ona (56), 5-metoxi moricina M (57), moricina M (58), brosimona I (59), cicloartocarpesina (60), norartocarpetina (61), artocarpesina (62), artocarpetina (63), isoartocarpesina (64), artocarpfuranol (65), éster metílico do ácido 2,4-dihidroxibenzoico (66), 2,4-di-hidroxibenzaldeído (67), artocarbena (68) e hifargiflavonas A (69)	Madeira	(11)
Artocarpusinas A (70) ^b , artocarmitina A e B (71-72) ^b , artocarpusinas B (73) ^b , artocarpusinas C (74) ^b , isobava chalcona (75) ^b , cudraflavona C (76) ^{a,b} , 5,7,4'-trihidroxi flavona (77) ^b , 6-(3-metilbut-2-enil) apigenina (78) ^{a,b} , 2',4', 2,4-tetra hidroxi-3-(3-metil-2-butenil)-chalcona (79) ^b , gema chalcona A (80) ^a , gemichalcona B (81) ^b , isogemichalcona B (82) ^b	Madeira ^a Galhos ^b	(10) ^a , (11) ^b

*Período considerado de 2013 a 2020. **Diferentes letras (a, b, c e d) significa substâncias isoladas de diferentes partes da planta e informadas em diferentes trabalhos.

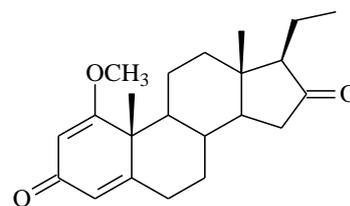
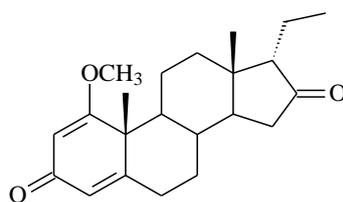
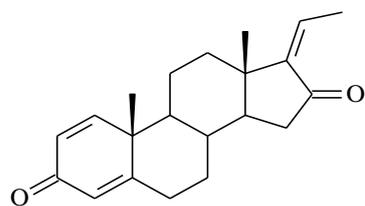




23 $R_1=OCH_3$ $R_2=H$
24 $R_1=OH$ $R_2=H$
25 $R_1=H$ $R_2=OCH_3$

26

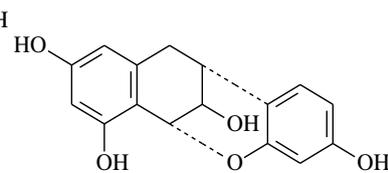
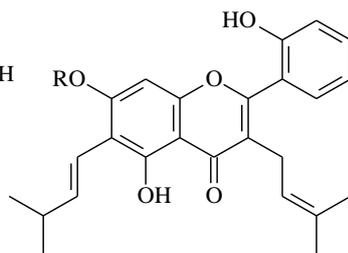
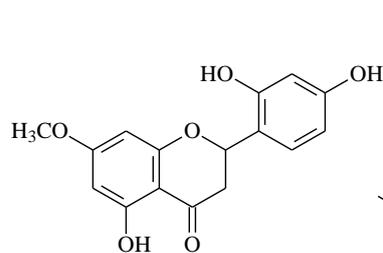
27



28

29

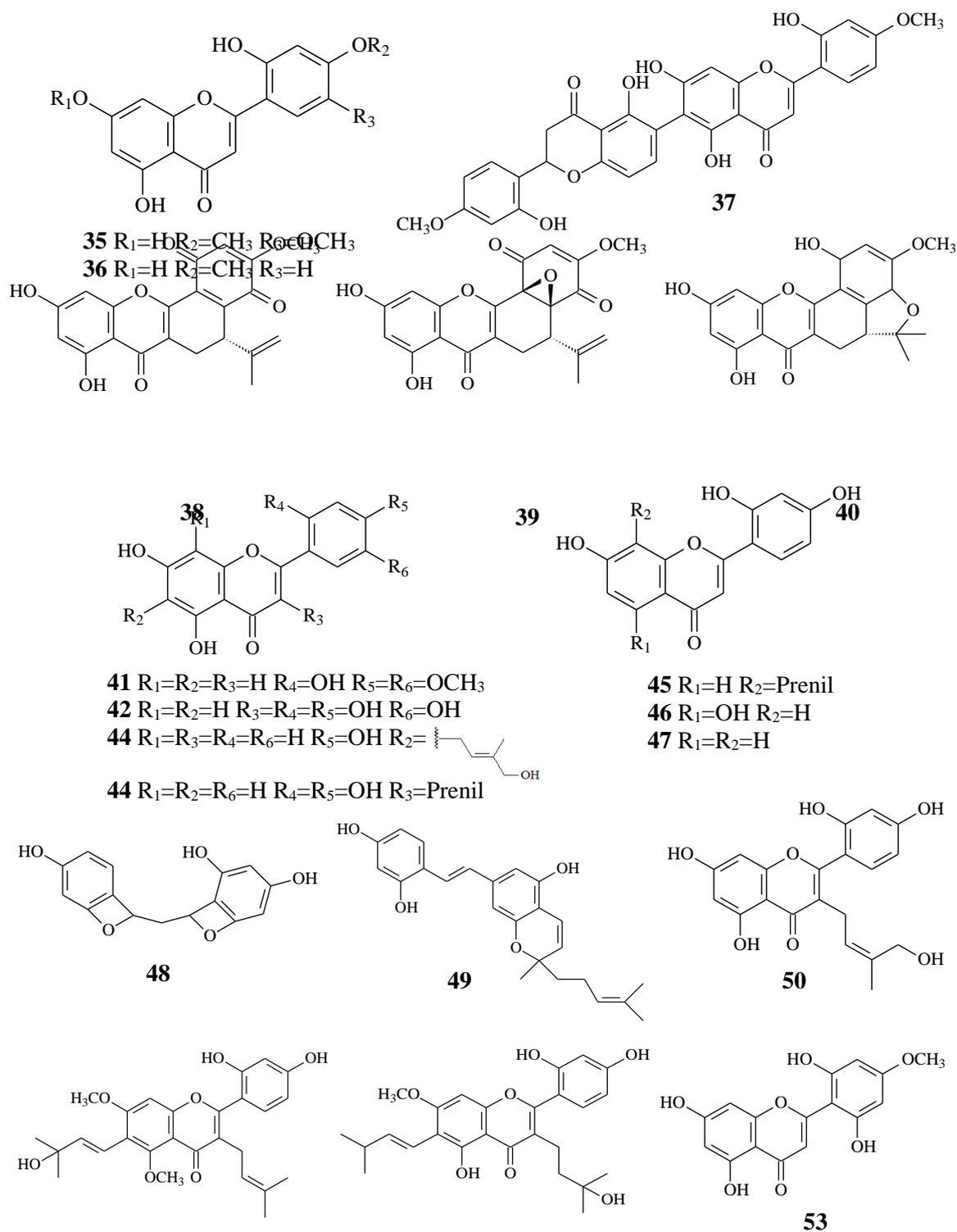
30



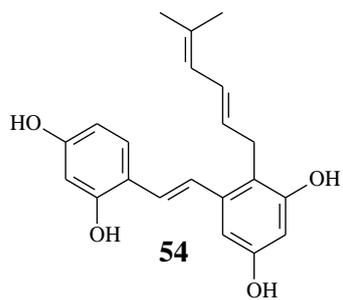
31

32 $R=CH_3$
33 $R=H$

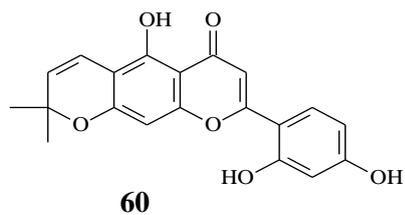
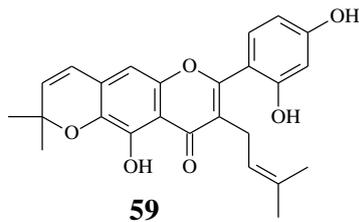
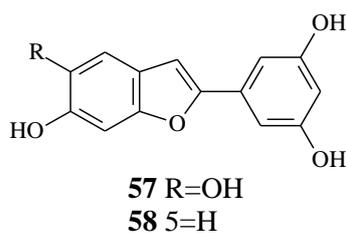
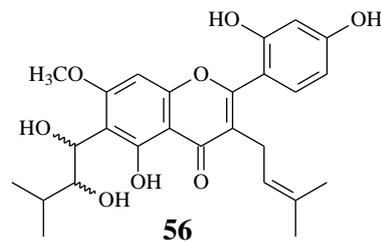
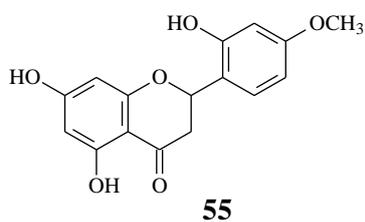
34



51



52



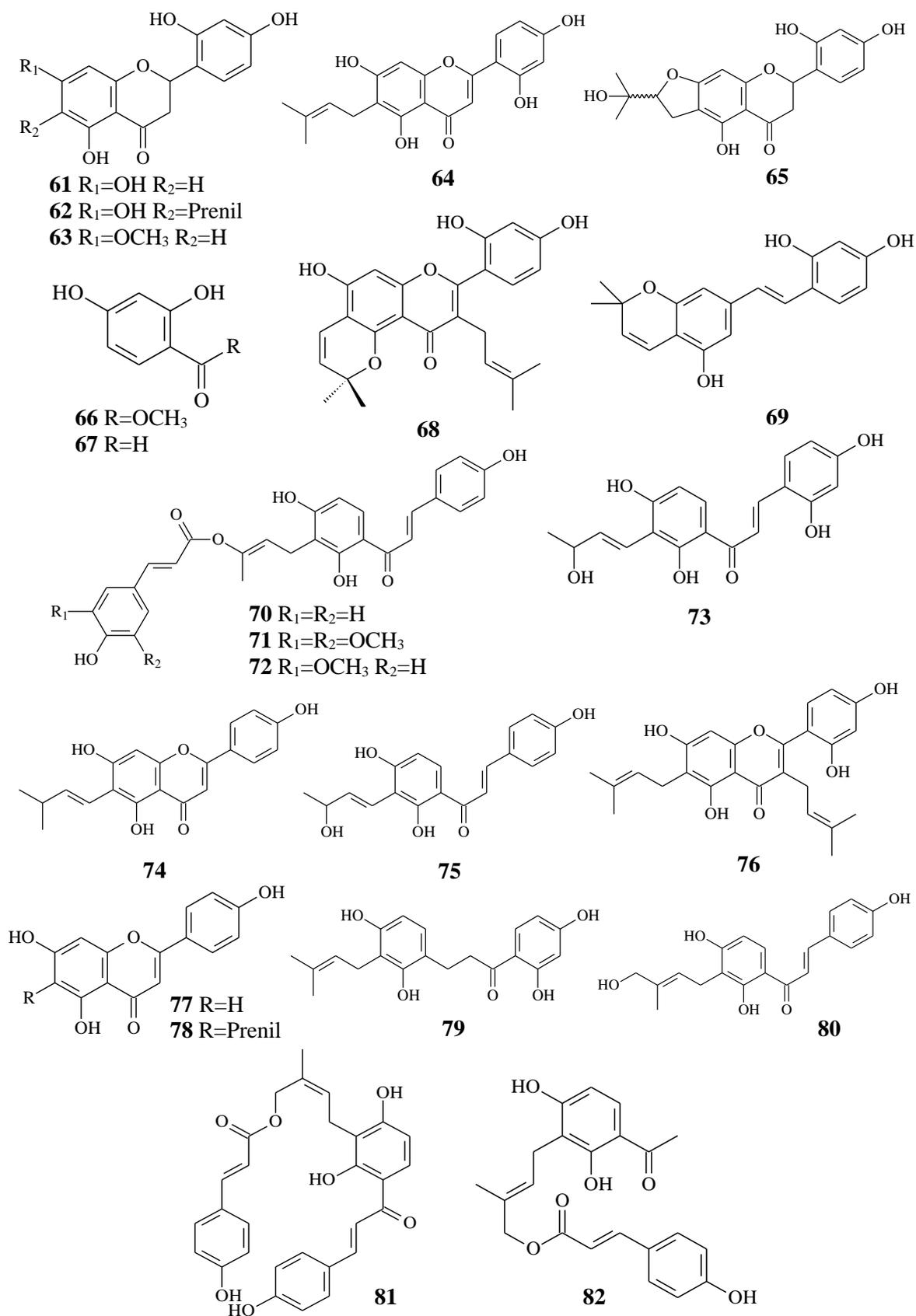


Figura 1 - Representação estrutural de constituintes obtidos de *Artocarpus heterophyllus*.

Atividades biológicas

Vários estudos destacaram as propriedades biológicas de *A. heterophyllus*. As atividades avaliadas para os constituintes isolados, extrato e frações estão listadas na tabela 2, destacando-se: antioxidante, anti-inflamatória, citotóxica, anticancerígena, antiHIV, antiproliferativa, antidiabética e antibacteriana.

Tabela 2 – Atividades biológicas citadas na literatura para a espécie *Artocarpus heterophyllus*.

Atividade*	Material	Substância / Extrato	Referências
Anti-HIV	Frutos	1 a 5	(3)
Antiproliferativa, anti-inflamatória e inibitória do óxido nítrico (NO)	Hastes e folhas	6 a 17	(1), (6)
Citotóxica	Flores	Extrato	(1)
Antioxidante e antidiabética	Casca	Extrato	(16)
Antibacteriana	Semente	Extrato	(17)
Inibidor da tirosinase	Flores	22	(5)
Antidiabética	Caule ^a e semente ^b	Extrato	(14) ^a , (15) ^b
Citotóxica	Semente	Extrato	(18)
Imunossupressor e antibacteriana	Cerne	31 a 34	(7), (8)
Inibição da explosão respiratória	Raízes	31, 35 a 37	(13)
Antioxidante	Casca	Extrato e frações	(13)
Antioxidante	Casca e ráquis	Extrato	(19)
Antibacteriana e moduladora	Cerne	31	(20)
Antidiabética	Casca do caule	Extrato	(21)
Anticancerígena	Madeira	32 ^a , 52 ^b e 76 ^b	(9) ^a , (10) ^b
Antimutagênica e antiproliferativa	Polpa	Extrato	(22)
Inibição da catepsina	Raízes	38 a 43 e 47	(11)

*Período considerado de 2013 a 2020. As letras a e b significam atividades de diferentes substâncias ou partes da planta e informadas em diferentes trabalhos.

CONCLUSÕES

Na presente revisão foram obtidas informações fitoquímicas e atividades biológicas da espécie *A. heterophyllus*. Os estudos relatados na literatura revelaram a presença de uma variedade de compostos orgânicos com padrões estruturais variados, com destaque para flavonoides, além de promissoras atividades biológicas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da instituição FUNCAP.

REFERÊNCIAS

1. Liu YP, Yu XM, Zhang W, Wang T, Jiang B, Tang HX, et al. Prenylated chromones and flavonoids from *Artocarpus heterophyllus* with their potential antiproliferative and anti-inflammatory activities. *Bioorg Chem.* 2020;101:104030.

2. Gupta AK, Rather MA, Jha AK, Shashank A, Singhal S, Sharma M, et al. *Artocarpus lakoocha* Roxb. and *Artocarpus heterophyllus* Lam. flowers: new sources of bioactive compounds. *Plants*. 2020;9:1329.
3. Fu YH, Guo JM, Xie YT, Yu XM, Su QT, Lei Q, et al. Prenylated Chromones from the Fruits of *Artocarpus heterophyllus* and Their Potential Anti-HIV-1 Activities. *Agric. Food Chem*. 2020;68:2024-30.
4. Pereira VJ, Kaplan MAC. *Artocarpus*: Um gênero exótico de grande bioatividade. *Floresta e Ambiente*. 2013;20:1-15.
5. Li J, Lin Z, Tang X, Liu G, Chen Y, Zhai X, et al. Oxyresveratrol extracted from *Artocarpus heterophyllus* Lam. inhibits tyrosinase and age pigments in vitro and in vivo. *Food Funct*. 2020;11:6595-07.
6. Liu YY, Wang T, Yang RX, Tang HX, Qiang L, Liu YP. Anti-inflammatory steroids from the fruits of *Artocarpus heterophyllus*. *Nat Prod Res*. 2019:1-7.
7. Septama AW, Jantan I, Panichayupakaranant, P. Flavonoids of *Artocarpus heterophyllus* Lam. Heartwood inhibit the innate immune responses of human phagocytes. *J Pharm Pharmacol*. 2018;70:1242-52.
8. Septama AW, Panichayupakaranant P. Antibacterial assay-guided isolation of active compounds from *Artocarpus heterophyllus* heartwood. *Pharm Biol*. 2015;53:1608-13.
9. Sun GC, Zheng ZP, Lee MH, Xu YJ, Kang S, Dong ZG, et al. Chemoprevention of colorectal cancer by artocarpin, a dietary phytochemical from *Artocarpus heterophyllus*. *J Agric Food Chem*. 2017;65:3474-80.
10. Zheng ZP, Xu Y, Quin C, Zhang S, Gu X, Lin Y, et al. Characterization of antiproliferative activity constituents from *Artocarpus heterophyllus*. *J. Agric. Food Chem*. 2014;62:5519-27.
11. Di X, Wang S, Wang B, Liu Y, Yuan H, Lou H, et al. New phenolic compounds from the twigs of *Artocarpus heterophyllus*. *Drug Discov Ther*. 2013;7:24-8.
12. Ren G, Peng J, Liu A, Liang J, Yuan W, Wanga H, Hea J. Structure elucidation and NMR assignments of two new flavanones from the roots of *Artocarpus heterophyllus*. *Magn. Reson. Chem*. 2015;53:872-4.
13. Yuan WJ, Yuan JB, Peng JB, Ding YQ, Zhu JX, Ren G. Flavonoids from the roots of *Artocarpus heterophyllus*. *Fitoterapia*. 2017;117:133-7.
14. Daud MNH, Wibowo A, Abdullah N, Ahmad, R. Bioassay-guided fractionation of *Artocarpus heterophyllus* L. J33 variety fruit waste extract and identification of its antioxidant constituents by TOF-LC/MS. *Food Chem*. 2018;15:200-14.
15. Dwitiyanti D, Rachmania RA, Efendi K, Septiani R, Jihadudin, P. In vivo activities and in silico study of jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) on the reduction of blood sugar levels of gestational diabetes rate induced by streptozotocin. *J Med Sci*. 2019;7:3819-26.
16. Ajiboye B, Ojo OA, Oyinloye BE, Okesola MA, Oluwatosin A, Boligon AA, Kappo AP. Investigation of the in vitro antioxidant potential of polyphenolic-rich extract of *Artocarpus heterophyllus* Lam stem bark and its antidiabetic activity in streptozotocin-induced diabetic rats. *J Evid Based Integr Med*. 2020;25:2515690X20916123.
17. Eve A, Aliero AA, Nalubiri D, Adeyemo RO, Akinola SA, Pius T, et al. In vitro antibacterial activity of crude extracts of *Artocarpus heterophyllus* seeds against selected diarrhoea-causing superbug bacteria. *Sci World J*. 2020;2020:9813970.
18. Burci LM, Silva CB, Rondon JN, Silva LM, de Andrade SF, Miguel OG, et al.,

- Acute and subacute (28 days) toxicity, hemolytic and cytotoxic effect of *Artocarpus heterophyllus* seed extracts. Toxicol Rep. 2018;6:1304-8.
19. Daud MNH, Fatanah DN, Abdullah N, Ahmad R. Evaluation of antioxidant potential of *Artocarpus heterophyllus* L. J33 variety fruit waste from different extraction methods and identification of phenolic constituents by LCMS. Food Chem. 2017;232:621-32.
 20. Septama AW, Xiao J, Panichayupakaranant P. A synergistic effect of artocarpanone from *Artocarpus heterophyllus* L. (Moraceae) on the antibacterial activity of selected antibiotics and cell membrane permeability. J Intercult Ethnopharmacol. 2017;6:186-91.
 21. Ajiboye BO, Ojo OA, Adeyonu O, Imiere OD, Fadaka AO, Osukoya AO. Ameliorative activity of ethanol extract of *Artocarpus heterophyllus* stem bark on pancreatic beta-cell dysfunction in alloxan-induced diabetic rats. J Evid Based Complementary Altern Med. 2017;22:538-43.
 22. Ruiz-Montañez G, Burgos-Hernández A, Calderón-Santoyo M, López-Saiz CM, Velázquez-Contreras CA, Navarro-Ocaña A, et al. Avaliação das propriedades antimutagênicas e antiproliferativas de extratos isolados da polpa da jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam). Food Chem. 2015;75:409-16.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-23>

Capítulo 23

CAROTENOIDES DE LEVEDURAS: UMA ABORDAGEM SOBRE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Karoline da Silva Noda¹; Matheus da Silva Mourão²; Tábita Veiga Dias Rodrigues³; Carlos André Veiga Burkert⁴; Janaína Fernandes de Medeiros Burkert⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- EQA –FURG. E-mail: karol.noda1910@gmail.com; ²Estudante do Curso de Engenharia Bioquímica- EQA –FURG. E-mail: matheusmourao21@gmail.com; ³Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos– EQA – FURG. E-mail: tata.v.d.r@hotmail.com; ⁴Docente no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos- EQA – FURG. E-mail: burkert@furg.br; ⁵Docente no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos- EQA – FURG. E-mail: jfmb@furg.br.

Resumo: Os carotenoides são um importante grupo presente em diversos organismos, desde plantas a microrganismos. Seu interesse comercial está relacionado com seus benefícios à saúde e em sua utilização como corante. Estudos de diferentes métodos de extração vêm aumentando com o desenvolvimento de processos biotecnológicos e a crescente demanda por fontes alternativas de carotenoides naturais. Importante nos processos biotecnológicos a recuperação dos bioprodutos de interesse está diretamente relacionada com a aplicabilidade e custo dos compostos. As leveduras são uma fonte alternativa de carotenoides, entretanto atualmente, o processo de recuperação deste carotenoide ainda é de alto custo. Para diminuir esses custos de processamento e apoiar a aplicação industrial deste tipo de microrganismo, vêm sendo estudadas novas estratégias para recuperação do biocomposto. Este artigo objetivou revisar brevemente os aspectos relacionados aos métodos de extração mais estudados para recuperação de carotenoides microbianos produzidos por leveduras.

Palavras-chave: micro-ondas; solventes verdes; ultrassom

INTRODUÇÃO

Os carotenoides são um grupo de compostos muito utilizados na produção de cosméticos, alimentos, têxteis e possuem valor de mercado superior se obtidos a partir de fontes naturais (1). A expectativa para o mercado mundial de carotenoides, para os próximos cinco anos, é alcançar 1083,4 milhões de dólares em 2026, com um crescimento anual de 4,1% durante 2021-2026 (2). Do ponto de vista nutricional e fisiológico, os carotenoides promovem diversos benefícios à saúde, incluindo a atividade provitamina A, potencial antioxidante e a redução do risco de desenvolvimento de doenças degenerativas e cardiovasculares (3). Embora amplamente utilizados industrialmente em formulações de alimentos, a grande maioria dos carotenoides são artificiais, ou seja, corantes sintéticos obtidos através de síntese química, adicionados principalmente para

tornar os alimentos mais atraentes e, assim, estimular o seu consumo (4). No entanto, a relação do impacto do uso de corantes sintéticos de forma geral com a saúde humana tem sido foco de discussões por consumidores, cientistas e organizações mundiais de saúde (5). Além disso, testes realizados mostraram características indesejáveis de vários corantes sintéticos resultando numa diminuição da permissão do uso desses corantes (5). Dentro deste cenário mundial, a busca por fontes alternativas de carotenoides vêm sendo estudada. Os processos biotecnológicos, entram como uma possibilidade para a obtenção de carotenoides naturais. Industrialmente os corantes mais produzidos por cultivos microbianos são: β -caroteno pela microalga *Dunaliella* sp. e pelo fungo *Blakeslea trispora* e astaxantina pela microalga *Haematococcus pluvialis* (6).

Em leveduras os carotenoides são produzidos intracelularmente, sendo necessária a recuperação celular (7). O desenvolvimento de técnicas alternativas de extração e recuperação de carotenoides microbianos tem sido estudada visando a substituição dos métodos convencionais que utilizam solventes orgânicos. Apesar da eficiência no processo, estes procedimentos de extração são considerados tóxicos para a saúde humana, nocivo para o meio ambiente (8), não permitidos na indústria alimentícia tornando a aplicabilidade industrial dos carotenoides restrita. Alguns métodos alternativos são alvo de estudo como por exemplo a utilização de ultrassom (9), micro-ondas (10), solventes verdes (7), entre outros. O principal objetivo desta revisão é destacar a importância do desenvolvimento de métodos de extração para carotenoides em leveduras, abordando o uso de técnicas não convencionais para permitir futuras aplicações em produtos alimentícios.

CAROTENOIDES

Na natureza, os carotenoides são um grupo de pigmentos, encontrados em animais, plantas, algas, e em espécies de bactérias e fungos, possuem uma ampla faixa de coloração, do laranja ao vermelho (11). Existem cerca de 1117 moléculas isoladas, caracterizadas e identificadas (7). Dividem-se em dois grupos: carotenos com aproximadamente 50 tipos, destacando α -caroteno, β -caroteno e licopeno, que são hidrocarbonetos; e as xantofilas como luteína, zeaxantina, astaxantina e fucoxantina (7). Os carotenoides possuem uma estrutura acíclica com um sistema cromóforo que absorve a luz na região visível do espectro eletromagnético (12). A coloração amarela ocorre pelo mínimo de sete ligações conjugadas na estrutura molecular e com o aumento dos números dessas ligações a coloração torna-se mais avermelhada (11).

Organismos fotossintéticos ou não são capazes de sintetizar carotenoides (13). Em plantas grande parte desses compostos estão presentes na pigmentação de frutos e flores no intuito de atrair animais para dispersão de sementes e a polinização (13). Enquanto em organismos não fotossintéticos, como as leveduras, os carotenoides participam como protetores contra o dano foto oxidativo da combinação prejudicial do oxigênio singlete e luz visível ou UV (12). Devido à sua grande faixa de tonalidades de cores, os carotenoides são muito utilizados como corantes na indústria alimentícia (6). Entretanto, não possuem somente papel de pigmento em alimentos, apresentam importante papel na saúde humana (3). Nos organismos, os carotenoides são convertidos em retinol e outros retinoides relacionados, que desempenham papéis fundamentais no ciclo visual e na regulação gênica (3). São precursores de vitamina A, no entanto, é restrita a carotenoides com pelo menos um anel β não substituído, como o β -caroteno (14). Outro efeito benéfico à saúde ligado aos carotenoides é seu potencial antioxidante. A formação de radicais livres nos

organismos, causam danos e contribuem para o aparecimento de doenças, tais como, mal de Alzheimer e doenças cardiovasculares (15), portanto esses compostos podem atuar na prevenção dessas doenças.

Os seus benefícios à saúde, têm estimulado o interesse no consumo de alimentos ricos em carotenoides. Industrialmente a grande maioria dos carotenoides utilizados são obtidos quimicamente ou por extração a partir de plantas e algas (4). Contudo, com a preocupação da utilização de aditivos químicos nos alimentos, e o impacto que estas moléculas sintéticas têm na saúde humana, vêm ocorrendo um interesse crescente em carotenoides obtidos naturalmente (5). A produção biotecnológica de carotenoides para aplicação industrial através de microrganismos tem se tornado uma opção alternativa e vêm sendo estudada.

Dentre os microrganismos, as leveduras se destacam por sua notável capacidade de crescimento e produção utilizando resíduos agroindustriais como substrato, tornando o processo biotecnológico mais viável (16). Várias espécies de leveduras são capazes de sintetizar carotenoides, as mais estudadas são: *Rhodotorula glutinis* (18), *Rhodotorula mucilaginosa* (19), *Rhodotorula acheniorum* (20), *Rhodotorula rubra* (21,22), *Rhodotorula toruloides*(23), *Sporobolomyces salmonicolor* (24), *Sporidiobolus pararoseus* (25), *Sporobolomyces ruberrimus* (26), *Phaffia rhodozyma* (27), *Sporidiobolus salmonicolor* (28), *Sporidiobolus pararoseus* (16), *Sporobolomyces roseus* (18) e *Saccharomyces cerevisiae* (29). Os tipos de carotenoides e a sua concentração variam em função das condições do meio de cultura, temperatura, pH, taxa de aeração e luminosidade (17), dentre os mais produzidos são β -caroteno, toruleno (21) e astaxantina (27).

MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO DE CAROTENOIDES EM LEVEDURAS

Os carotenoides são extraídos, tradicionalmente, por meio da utilização de solventes orgânicos. Extrações que requerem múltiplas etapas de extração e grandes quantidades de solventes. A etapa de recuperação é favorecida pela aplicação de métodos de ruptura celular, que auxiliam na extração e podem ser realizados por métodos físicos, químicos ou enzimáticos (4, 7).

A utilização de solventes orgânicos torna a recuperação de carotenoides um processo prejudicial ao meio ambiente. Entretanto novas técnicas têm sido desenvolvidas a fim de reduzir e/ou eliminar o uso de solventes tóxicos(8). Neste sentido, novas técnicas para extração de carotenoides têm sido abordadas (11). Os principais métodos estudados incluem, ruptura celular assistida por ultrassom (9, 30), fluido supercrítico (31), micro-ondas (32), ultraturrax (33), líquidos iônicos (34), além das aplicações recentes de solventes verdes (11).

SELEÇÃO DE SOLVENTES

Os carotenoides, principalmente β -caroteno e torularodina, são geralmente extraídos de biomassa seca utilizando solventes orgânicos voláteis tais como dimetilsulfóxido, acetona, clorofórmio, hexano e éter de petróleo (35). Nestes métodos ocorre a ruptura da parede celular facilitando a solubilização do carotenoide intracelular após a entrada do solvente na célula. A ruptura ocasiona uma melhora no rendimento de extração em 8-10 vezes (36). Para a extração ser efetiva deve ser selecionado um solvente ou combinação de solventes adequados (8). Valduga et al. (37) testaram diferentes combinações de solventes para extração de carotenoides da levedura *Sporidiobolus salmonicolor*. A ruptura celular foi realizada com congelamento da biomassa seguido da

adição de dimetilsulfóxido (DMSO). As combinações de solventes utilizados para extração foram: metanol e acetona; clorofórmio e metanol; metanol e éter de petróleo; hexano e acetato de etila e metanol e éter de petróleo. Todos os solventes utilizados obtiveram extração de carotenoides, porém o rendimento variou de 253,8 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para acetona/metanol e 36,8 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para hexano/acetato de etila. Portanto, DMSO, acetona e metanol em comparação com os demais solventes foram a melhor combinação para extração de carotenoides.

Os solventes verdes são biossolventes derivados do processamento agrícola (35), foram desenvolvidos como alternativa mais ecológica aos solventes petroquímicos, possuem como características serem 100% degradados, fáceis de serem reciclados e não cancerígenos (38). O etanol é o biossolvente mais comum, embora seja potencialmente explosivo e inflamável, é utilizado em grande escala por ser facilmente obtido em alta pureza, possuir baixo preço e ser totalmente biodegradável (39). Ésteres metílicos de ácidos graxos de óleo vegetal (soja, cacau e colza) podem ser utilizados na substituição de solventes petroquímicos, pois são biodegradáveis, não tóxicos e não emitem compostos orgânicos voláteis (40).

Mussagy et al. (8) investigaram a aplicação da mistura de biossolventes (metanol, etanol, acetato de etila, isopropanol e ciclohexano) na recuperação de carotenoides intracelulares da biomassa de *R. glutinis*. Assim, descobriram que utilizando misturas de acetato de etila (25% v/v), etanol (50% v/v), H₂O (25% v/v), com 3 ciclos de extração foi possível obter uma alta eficiência no processo, cerca de 75% quando comparado ao método convencional de extração (acetona, éter de petróleo ou hexano). Gogate e Nadar (41) também estudaram diferentes solventes (acetona, metanol, etanol e éter de petróleo) na extração de astaxantina por *Phaffia rhodozyma*, com extração assistida por ultrassom, concluíram que o etanol e o metanol foram mais eficazes, sendo obtidas concentrações equivalentes a 114,28 e 107,63 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente. O éter de petróleo apresentou menor eficiência (60,23 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) e acetona de 94,32 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. A baixa eficiência da extração pode ser atribuída ao fato destes serem menos polares em comparação aos demais solventes.

EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR MICRO-ONDAS

A utilização da técnica de extração assistida por micro-ondas tem como principal vantagem a rápida extração de biomoléculas. Além de necessitar menos volume de solvente e gerar menos resíduos (42, 43). No entanto, uma desvantagem é o elevado consumo de energia e a degradação térmica de alguns compostos pelo aumento da temperatura durante o processo (42). A extração por micro-ondas baseia-se na eficiência de aquecimento de materiais por aquecimento dielétrico de micro-ondas (43). A água presente na amostra absorve as ondas eletromagnéticas fazendo com que as moléculas se agitem e friccionem produzindo calor e favorecendo a ruptura celular (44).

Zhu et al.(32), estudaram a influência do micro-ondas na extração de astaxantina por *Phaffia rhodozym*. Através de um delineamento estatístico, foram analisados três fatores, volume de solvente (álcool anidro), tempo de extração e o tempo de quebra da parede celular. O melhor resultado encontrado foi com a utilização de dimetilsulfóxido (3,0 ml), álcool anidro (12,6 ml), tempo de ruptura da parede celular (2,6 min), tempo de extração (15 min), temperatura (50 °C) e frequência de micro-ondas (416,5 MHz). O rendimento da extração de astaxantina foi 21,56% mais elevado do que o rendimento inicial. Hernandez-Almanza et al. (45) avaliaram diferentes técnicas de ruptura celular (micro-ondas, ultrassom, pérolas de vidro, enzimático e com a utilização de

dimetilsulfóxido (DMSO)) para extração de carotenoides da levedura *Rhodotorula glutinis*. A biomassa em solução com água, etanol ou acetona foi preparada e submetida ao tratamento com micro-ondas a 600W, 90°C por 15 min. Em comparação ao método convencional de extração com DMSO aliada a técnica de micro-ondas atingiu 41,62% de extração.

EXTRAÇÃO POR LÍQUIDO IÔNICO

Os líquidos iônicos são utilizados como método de extração verde e estudados para extração de bioativos pois não são inflamáveis nem voláteis e são versáteis (46). Utilizados como alternativa sustentável para a extração de compostos bioativos de diferentes matrizes alimentares (47, 48). Mussagy et al. (34) avaliaram a capacidade de líquidos iônicos romperem a parede celular da levedura *R. glutinis*. Para a extração foram utilizados diferentes líquidos iônicos, doze soluções aquosas à base de amônia altamente concentrada de líquidos iônicos protéticos. Avaliando a concentração 75 a 90% (v/v), temperaturas (25, 45 e 65 °C) e diferentes razões sólido-líquido (0,05, 0,1, 0,2 e 0,5 g.mL⁻¹). O melhor resultado encontrado foi com o líquido iônico baseado em ácido hexanóico nas condições de 90% (v/v), concentração de 0,2 g.mL⁻¹ de células úmidas depois de um período de 1 h em agitação a 25, 45 e 65 °C, obtendo uma extração de carotenoides seis vezes maior em relação a extração com DMSO.

Gea et al. (49) estudaram a extração de proteína a partir da análise com sete frações catiônicas e três metades aniônicas. Os líquidos iônicos formaram-se da mistura molar das porções catiônicas e aniônicas. Em comparação com os efeitos de 21 soluções de líquidos iônicos diferentes sobre a eficiência de extração. Concluiu-se que o formato 3-(dimetilamino)-1-propilaminio apresentou melhores resultados, sendo promissor para a extração direta e econômica de proteínas em leveduras, sendo capaz de romper a célula e extrair as proteínas intracelulares.

EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ULTRASSOM

O método de ultrassom faz uso da energia das ondas ultrassônicas transmitidas em frequência acima de 20,0 kHz. As ondas se propagam na matéria, o que gera ciclos de expansão em líquidos, que produzem uma pressão negativa, podendo gerar bolhas ou cavitação (50). A ruptura celular é atribuída à cavitação acústica que favorece o impacto do ultrassom em meio líquido. A otimização para extração eficiente de metabólitos é influenciada pelo poder ultrassônico, intensidade, temperatura e densidade (51).

Martínez et al. (52) investigaram a aplicação de ultrassom sob pressão para extração de carotenoides da levedura *R. glutinis*. Foi utilizado um sonificador de ponteira conectado a um gerador ultrassônico com frequência de 20 kHz. Os tratamentos foram realizados em três diferentes amplitudes (70, 90 e 120 µm), pressão atmosférica (100 ou 200 kPa). O tratamento, quando aplicado a 200 kPa, foi mais eficiente do que à pressão atmosférica, uma vez que após 120s a eficiência de extração aumentou 65%, concluindo que o método foi eficiente na extração de carotenoides evitando o ressecamento da biomassa e uso de solventes orgânicos. Wu e Yu (53) investigaram a otimização da extração assistida por ultrassom para determinar a astaxantina em *Xanthophyllomyces dendrorhous*. A biomassa foi liofilizada, e macerada com grau e pistilo. A extração e ruptura celular foram realizadas a 19,8 °C por 26,09 min sob irradiação de ultrassom de 200 W e então extraída por 32,43 min. A extração assistida por ultrassom resultou em um teor de astaxantina maior que os demais métodos, sendo obtido uma extração equivalente

a 1472,85 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de astaxantina. Concluindo que o dispositivo ultrassônico melhorou de forma eficiente a extração de astaxantina.

ULTRATURRAX

O ultraturrax é um equipamento de homogeneização que trabalha em rotações de alta intensidade (54). A ruptura do material e a liberação de compostos para o meio é favorecida pela elevada taxa de cisalhamento (55). As vantagens do ultraturrax incluem a facilidade de condução dos experimentos, custo econômico do dispositivo e a possibilidade de escalonamento (56).

Pino-Maureira et al. (57) isolaram cepas de *Rhodotorula* marinhas e realizaram a ruptura celular usando um Ultraturrax por 1 min. Observou-se que a produção de carotenoides totais variou entre 10% e 19% e em média a maior quantidade produzida foi de β -caroteno. Timotheo (33) avaliou métodos de lise celular das leveduras *Yarrowia lipolytica* QU21 e *Meyerozyma guilliermondii* BI281 para extração de óleo microbiano. Foram aplicados os métodos de ultrassom, ultraturrax, homogenizador Braun e *bead milling*. O ultraturrax foi utilizado com ciclos de homogeneização durante 6 minutos a 4000 rpm e arrefecimento a cada 2 min. O método de ruptura por ultrassom obteve melhores rendimentos na ruptura celular, seguido pelo ultraturrax e homogenizador Braun. O *bead milling* se demonstrou menos eficiente entre todos os métodos. Sendo obtido uma concentração equivalente a 0,061 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ de lipídio a partir do ultrassom e 0,074 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ de lipídio a partir do ultraturrax.

CONCLUSÕES

A produção de carotenoides por leveduras tem potencial e espaço no futuro mercado mundial farmacêutico e alimentício. No entanto, há desafios industriais de processamento a serem superados, por exemplo, o alto custo das tecnologias atuais utilizadas para a produção e extração de carotenoides na indústria ou o uso de grandes quantidades de solventes tóxicos. Porém, o crescimento na pesquisa científica de solventes ecológicos e o desenvolvimento de técnicas alternativas de extração podem tornar viável a futura aplicação dos carotenoides obtidos por processos biotecnológicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FURG e aos órgãos de fomento FAPERGS, CNPQ e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

REFERÊNCIAS

1. Misha B, Varjani S, Varma GKS. Agro-industrial by-products in the synthesis of food grade microbial pigments: an eco-friendly alternative. In: Green bio-processes enzymes in industrial food processing. Singapore: Springer; 2019.
2. More, A. Natural Carotenoids Market 2021 – Industry Analysis, Size, Share, Trends, Market Demand, Growth, With Impact of the domestic and global market 2026. 2021[25/10/2021]. Disponível em: <https://www.marketwatch.com/press-release/natural-carotenoids-market-2021-industry-analysis-size-share-trends-market-demand-growth-with-impact-of-the-domestic-and-global-market-2026-2021-10-24>

3. Concepcion MR, Avalos J, Bonet ML, Boronat, A, Gomez-gomez L, Hornero-mendez D, Limon MC, Meléndez-martínez AJ, Olmedilla-alonso B, Palou A, Ribot J, Rodrigo MJ, Zacarias L, Zhu C. A global perspective on carotenoids: Metabolism, biotechnology, and benefits for nutrition and health. *Prog Lip Res.* 2018;70: 62-93.
4. Mussagy CU, Winterburn J, Santos-Ebinuma VC, Pereira JFB. Production and extraction of carotenoids produced by microorganisms. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2019;103:1095–1114.
5. Torres FAE, Zaccarim BR, Novaes LCL, Jozala AF, Santos CA, Teixeira MFS, Ebinuma VCS. Natural colorants from filamentous fungi. *Appl Microbiol Biotechnol* 2016;100:2511-21.
6. Rodrigues-amaya DB. Update on natural food pigments: a mini-review on carotenoids, anthocyanins, and betalains. *Food Res Int.* 2018;124: 200-2005.
7. Mussagy CU, Sabir K, Kot AM. Current Developments on the Application of Microbial Carotenoids as an Alternative to Synthetic Pigments. *Crit Rev Food Sci Nutri.* 2021;1–15.
8. Mussagy CU, Santos-Ebinuma VC, Kurnia KA, Dias ACRV, Carvalho P, Coutinho, JAP, Pereira, JFB. Integrative platform for the selective recovery of intracellular carotenoids and lipids from: *Rhodotorula glutinis* CCT-2186 yeast using mixtures of bio-based solvents. *Green Chemistry.* 2020; 22: 8478-8494.
9. Lopes, NA, Remedi RD, Sá CS, Burkert CAV, Burkert JFM. Different cell disruption methods for obtaining carotenoids by *Sporodiobolus Pararoseus* and *Rhodothorula Mucilaginoso*. *Food Sci Biotechnol.* 2017; 201726: 759–66.
10. Delegan Y, Yachkula A, Antipova T, Vainshtein M. Evaluation of red-colored carotenoids in yeasts by the biomass color. *Folia Microbiologica.* 2021;66:615–622.
11. Saini RK, Keum YS. Microbial platforms to produce commercially vital carotenoids at industrial scale: an updated review of critical issues. *J Ind Microbiol Biotechnol.* 2019;46:657–674.
12. Stange C. Carotenoids in Nature. Biosynthesis, Regulation and Function. Springer;2016.
13. Torres-Montilla S, Rodriguez-Concepcion M. Making extra room for carotenoids in plant cells: New opportunities for biofortification. *Prog Lip Res.* 2021;84: 101128.
14. Rodrigues-amaya DB. Update on natural food pigments: a mini-review on carotenoids, anthocyanins, and betalains. *Food Res In.* 2018; 124: 200-2005.
15. Sikora E, Cieřlik E, Topolska K. The sources of natural antioxidants. *Acta Sci Pol Technol Aliment.* 2008;7:5-17.
16. Otero DM, Bulsing BA, Huerta K, Rosa CA, Zambiasi RC, Burkert CAV, Burkert JFM. Carotenoid-producing yeasts in the brazilian biodiversity: Isolation, identification and cultivation in agroindustrial waste. *Braz J Chem Eng.* 2019;36:117-129.

17. Mata-Gómez LC, Montañez JC, Méndez-Zavala A, Cristóbal NA. Biotechnological production of carotenoids by yeasts: an overview. *Microbial Cell Factories*. 2014;13:1-11.
18. Marova I, Carnecka M, Haliénova A, Certik M, Dvorakova T, Haronikova A. Use of several waste substrates for carotenoid-rich yeast biomass production. *J Environ Manage*. 2012; 95:338-342.
19. Cheng YT, Yang CF. Using strain *Rhodotorula mucilaginosa* to produce carotenoids using food wastes. *J Taiwan Inst Chem Eng*. 2016; 61: 270-275.
20. Nasrabadi M, Razavi S. Optimization of β -carotene production by a mutant of the lactose-positive yeast *Rhodotorula achenorium* from whey ultrafiltrate. *Food Sci Biotech*. 2011; 20: 445-454.
21. Banzatto D, Freita LA, Mutton MJR. Carotenoid production by *Rhodotorula rubra* cultivated in sugarcane juice, molasses, and syrup. *Food Sci Technol*. 2013;33:14-18.
22. Varmira K, Habibi A, Bahramian E, Jamshidpou S. Progressive agents for improvement of carotenogenesis in *Rhodotorula rubra*. *J Adv Food Sci Technol*. 2016; 2: 70-78.
23. Martins LC, Palma M, Angelov A, Nevoigt E, Liebl W, Sá-Correia I. Complete utilization of the major carbon sources present in sugar beet pulp hydrolysates by the oleaginous red yeasts *Rhodotorula toruloides* and *R. mucilaginosa*. *J Fungi*. 2021; 7: 2-21.
24. Dimitrova S, Pavlova K, Lukanov L, Korotkova E, Petrova E, Zagorchev P, Kuncheva M. Production of Metabolites with Antioxidant and Emulsifying Properties by Antarctic Strain *Sporobolomyces salmonicolor* AL(1). *Appl Biochem Biotechnol*. 2013;169: 301-311.
25. Han M, Xu ZY, Du C, Qian H, Zhang WG. Effects of nitrogen on the lipid and carotenoid accumulation of oleaginous yeast *Sporidiobolus pararoseus*. *Bioprocess Biosyst Eng*. 2016;39:1425-1433.
26. Cardoso LA, Jäckel S, Karp SG, Framboisier X, Chevalot I, Marc I. Improvement of *Sporobolomyces ruberrimus* carotenoids production by the use of raw glycerol. *Bioresour Technol*. 2016; 200:374-379.
27. Bhatt PC, Ahmad M, Panda BP. Enhanced bioaccumulation of astaxanthin in *Phaffia rhodozyma* by utilizing low-cost agro products as fermentation substrate. *Biocatal Agric Biotechnol*. 2013; 2:58-63.
28. Colet R, Luccio M, Valduga E. Fed-batch production of carotenoids by *Sporidiobolus salmonicolor* (CBS 2636): kinetic and stoichiometric parameters. *Eur Food Res Technol*. 2015; 240:173-182.
29. Yan G, Wen K, Duan C. Enhancement of β -carotene production by over-expression of HMG-CoA reductase coupled with addition of ergosterol biosynthesis inhibitors in recombinant *Saccharomyces cerevisiae*. *Curr Microbiol*. 2012; 64: 159-163.

30. Patel A, Arora N, Pruthi V, Pruthi PA. A novel rapid ultrasonication-microwave treatment for total lipid extraction from wet oleaginous yeast biomass for sustainable biodiesel production. *Ultrason Sonochem.* 2019;54:504-516.
31. Machado Jr FRS, Reis DF, Boschetto DL, Burkert JFM, Ferreira SRS, Oliveira JV, Burkert CAV. Encapsulation of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis* in PHBV by means of SEDS technique using supercritical CO₂. 2014;54:17-21.
32. Zhu C, Han W, Chen Z, Han Z. Statistical optimization of microwave-assisted astaxanthin extraction from *Phaffia rhodozyma*. 2010;3:1-6.
33. Timotheo, C. A. Avaliação de métodos de lise celular das leveduras *Yarrowia lipolytica* QU21 e *Meyerozyma guilliermondii* BI281 para extração de óleo microbiano [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.
34. Mussagy CU, Santos-Ebinuma VC, Gonzalez-Miquel M, Coutinho JAP, Pereira JFB. Protic ionic liquids as cell-disrupting agents for the recovery of intracellular carotenoids from yeast *Rhodotorula glutinis* CCT-2186. 2019;7:16765-16776.
35. Liu C, Hu B, Cheng Y, Guo Y, Yao W, Qian H. Carotenoids from fungi and microalgae: A review on their recent production, extraction, and developments. 2021;337:1-13.
36. Michelon M, Borba TM, Rafael RS, Burkert CAV, Burkert JFM. Extraction of carotenoids from *Phaffia rhodozyma*: A comparison between different techniques of cell disruption. 2012;21:1-8.
37. Eunice V; Tatsch PO, Tiggemann L, Treichel H, Toniazzo G, Zeni J, Di Luccio M, Fúriço Jr A. Produção de carotenoides: Microrganismos como fonte de pigmentos naturais. *Quimica Nova.* 2009;32:2429-2436.
38. Doble M, Kruthiventi AK. Alternate solvents. *Green Chemistry and Engineering.* 2007;93-104.
39. Virot M, Tomao V, Ginies C, Visinoni F, Chemat F. Green procedure with a green solvent for fats and oils' determination. Microwave-integrated Soxhlet using limonene followed by microwave Clevenger distillation. *Journal of Chromatography A.* 2008;1196-1197:147-152.
40. Chemat F, Vian MA, Cravotto G. Green extraction of natural products: Concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences.* 2012;13:8615-8627.
41. Gogate PR, Nadar SG. Ultrasound-assisted intensification of extraction of astaxanthin from *Phaffia rhodozyma*. *Indian Chemical Engineer.* 2015;57:240-255.
42. Kalil SJ, Moraes CC, Sala L, Burkert CAV. Bioproduct extraction from microbial cells by conventional and nonconventional techniques. 2017;1-28.
43. Kappe CO. Controlled microwave heating in modern organic synthesis. 2004;43:6250-6284.
44. Chemat F, Cravotto G. Microwave-assisted extraction for bioactive compounds. 1 ed. Springer; 2013.

45. Hernández-Almanza A, Navarro-Macías V, Aguilar O, Aguilar-González MA, Aguilar CN. Carotenoids extraction from *Rhodotorula glutinis* cells using various techniques: A comparative study. 2017;55:479-484.
46. Grosso C, Valentão P, Ferreres F, Andrade PB. Alternative and efficient extraction methods for marine-derived compounds. 2015;13;3182-3230.
47. Mesquita LMS, Ventura SPM, Braga ARC, Pisani LP, Dias ACRV, Rosso VV. Ionic liquid-high performance extractive approach to recover carotenoids from *Bactris gasipaes* fruits. *Green Chemistry*. 2019;21:2380–2391.
48. Ventura SPM, Silva FA, Quental MV, Mondal D, Freire MG, Coutinho JAP. Ionic-liquid-mediated extraction and separation processes for bioactive compounds: past, present, and future trends. *Chemical Reviews*. 2017;117:6984-7052.
49. Ge L, Wang X, Tan SN, Tsai HH, Yong JWH, Hua L. A novel method of protein extraction from yeast using ionic liquid solution. *Talanta*. 2010;81:1861-1864.
50. Luque-García, JL, Luque de Castro MD. Ultrasound: a powerful tool for leaching. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2003;22: 41-47.
51. Singh S, Agarwal M, Sarma S, Goyal A, Moholkar VS. Mechanistic insight into ultrasound induced enhancement of simultaneous saccharification and fermentation of *Parthenium hysterophorus* for ethanol production. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2015;26:249-256.
52. Martínez JM, Delso C, Aguilar DE, Álvarez I, Raso J. Organic-solvent-free extraction of carotenoids from yeast *Rhodotorula glutinis* by application of ultrasound under pressure. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2020;61:1-9.
53. Wu W, Yu X. Optimization of ultrasound-assisted extraction procedure to determine astaxanthin in *xanthophyllomyces dendrorhous* by box-behnken design. *Advance Journal of Food Science and Technology*. 2013;5:1536-1542.
54. Scholz P, Keck CM. Nanoemulsions produced by rotor-stator high speed stirring. *International Journal of Pharmaceutics*. 2015;482:110-117.
55. Pereira GA, Molina G, Arruda HS, Pastore GM. Optimizing the homogenizer-assisted extraction (HAE) of total phenolic compounds from banana peel. *Journal of Food Process Engineering*. 2017;40:1-8.
56. Xu W, Zhai J, Cui Q, Liu J, Luo M, Fu Y, Zu Y. Ultra-turrax based ultrasound-assisted extraction of five organic acids from honeysuckle (*Lonicera japonica* Thunb.) and optimization of extraction process. *Separation and Purification Technology*. 2016;166:73–82.
57. Pino-Maureira NL, González-Saldía RR, Capdeville A, Srain B. *Rhodotorula* strains isolated from seawater that can biotransform raw glycerol into docosahexaenoic acid (Dha) and carotenoids for animal nutrition. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2021;11:1-15.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-24>

Capítulo 24

EFEITOS DA MELATONINA NA MITIGAÇÃO DO ESTRESSE ABIÓTICO EM FRUTAS E VEGETAIS

Wallace Ribeiro da Silva¹; Thatianna Karolina Arruda Santos²

¹Estudante de Mestrado do Departamento de Ciências do Consumo – UFRPE; E-mail: wallaceribeirope@gmail.com, ²Estudante de Nutrição – UNINASSAU; E-mail: thatinhaarrudasoes@hotmail.com.

Resumo: A melatonina é uma biomolécula constituída de triptofano, sendo encontrada em todos os organismos vivos, como microrganismos, animais e plantas. Seu descobrimento se deu em 1958, a partir da glândula pineal de bovinos. Contudo, foi apenas em 1995 que a sua presença nas plantas foi constatada. Assim, a presente revisão teve como objetivo investigar se a aplicação exógena da melatonina diminui os danos causados pelo estresse abiótico, principalmente pelo frio, em frutas e vegetais. O estudo tratou-se de uma revisão de literatura, em busca de trabalhos científicos publicados entre 2017 a 2021, utilizando as bases de dados do Portal de periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Google Acadêmico e Science direct. Observou-se que a aplicação exógena da melatonina controlou os estresses abióticos causados nas plantas, reduzindo sua senescência pelas diminuições de peroxidação lipídica, de formações de espécies reativas de oxigênio e lesão por frio, além de controles bióticos. Conclui-se, portanto, que a melatonina foi capaz de mitigar além de estresses abióticos, também bióticos nas plantas.

Palavras-chave: N-acetil-5-metoxitriptamina; plantas; senescência.

INTRODUÇÃO

A melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina) é uma indoleamina composta de triptofano, podendo ser encontrada em todos os organismos vivos, desde microrganismos, como bactérias e fungos, até animais e plantas. Seu descobrimento e isolamento se deu a partir de estudos com bovinos, em 1958 (1), sendo constatado, posteriormente, o seu papel importante na regulação do ciclo circadiano em animais (2). Além desse controle do sono e vigília, a literatura se mostrou bem elucidada quanto outros importantes papéis da melatonina no reino animal, como a redução da obesidade e inibição de esteatose hepática (3), bem como a preservação da saúde renal (4).

Em 1995, estudiosos descobriram, pela primeira vez, a presença da melatonina em plantas (5,6). Baseado em estudos científicos, foi possível identificar, até o momento, que a biossíntese da melatonina endógena de plantas ocorre no cloroplasto e na mitocôndria, mas principalmente no cloroplasto (7,8). A partir dessa descoberta, foram realizadas

diversas pesquisas em relação ao efeito da melatonina em plantas na redução de estresses abiótico, como frio, seca e sal (9,10) e biótico, como patógenos fúngicos e bacterianos (11,12). Entretanto, sua biossíntese em plantas é complicada e não é tão simples como no reino animal.

Dentro dos estresses abióticos observados nas plantas, o estresse pelo frio causa uma série de efeitos negativos, como a inibição da cadeia transportadora de elétrons com posterior formação de espécies reativas de oxigênio e aumento da peroxidação lipídica (10,13), aumentando a senescência dos frutos com consequente redução do seu tempo de prateleira. Dessa forma, a melatonina surge como um potente inibidor da lesão pelo frio em frutas e vegetais submetidas a refrigeração (14,15), aumentando seus prazos de validade, além de reduzir a aplicação de produtos químicos nas plantas para atingir este objetivo.

Nesta perspectiva, a presente revisão visa investigar se a aplicação exógena da melatonina diminui os danos causados pelo estresse abiótico, principalmente pelo frio, em frutas e vegetais.

PAPÉIS DA MELATONINA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E VEGETAIS

O tempo de prateleira de frutas e vegetais é limitado devido a produção de etileno e respiração celular encontradas, principalmente, em frutos climatéricos. Naturalmente, esses processos aceleram o envelhecimento de frutos colhidos, o que interfere significativamente na sua comercialização (16). Entretanto, estudos recentes apontam cada vez mais efeitos positivos na aplicação exógena da melatonina sobre a vida útil de frutas e vegetais, sem comprometer sua propriedade sensorial. Isso pode ser certificado pela redução da senescência e produção de etileno em pera (17), maçã (18) e cereja (19). Na tabela 1 encontram-se os principais papéis da melatonina na conservação de frutas e vegetais.

Tabela 1 – Principais papéis da melatonina na conservação de frutas e vegetais.

Nome da planta	Concentração de melatonina	Efeito da aplicação	Referência
Brócolis	1 μ M	Retardo da senescência pós-colheita, mantendo níveis elevados de substâncias antioxidantes, como carotenoides, vitamina C e glucosinolatos	(20)
Tomate	50 μ M	Controle do amadurecimento pela síntese de carotenoides desencadeada	(21)
Mudas de tomate	100 μ M	Melhora a arquitetura da raiz e	(10)

		crescimento das plantas. Reduz concentração de sódio na folha e caule, do estresse oxidativo, teor de malondialdeído, substâncias reativas de oxigênio e vazamento de eletrólitos.	
Tomate cereja	10.000 μ M	Inibe significativamente o crescimento de espécies de <i>Bacillus</i>	(12)
Pera	100 μ M	Retém o valor comercial da pera e retarda a senescência pela diminuição da produção de etileno e espécies reativas de oxigênio	(17)
Maçã	1000 μ M	Mantém qualidade pós-colheita, reduz a produção de etileno e malondialdeído, além de promover capacidade antioxidante em maçãs durante o armazenamento	(18)

Fonte: Autor

A literatura mostrou que a aplicação da melatonina regula o amadurecimento pós-colheita de frutas e vegetais, por meio do controle da produção de etileno, síntese de licopeno, carotenoides, etc. Isso pode ser confirmado pelo estudo realizado com brócolis, onde a aplicação de 1 μ M de melatonina retardou sua senescência pós-colheita, mantendo níveis mais elevados de substâncias antioxidantes, como carotenoides, vitamina C e glucosinolatos (20). Esse controle do amadurecimento também foi visualizado em estudo com tomates, onde 50 μ M de melatonina promoveram uma síntese de carotenoides desencadeada (21). Contudo, ainda não está claro o mecanismo por trás dessa regulação.

Além disso, o uso da melatonina mostrou ser uma boa alternativa ao invés de produtos químicos prejudiciais utilizados no pós-colheita de frutas e vegetais. Dessa forma, a melatonina ajudou a aumentar a vida útil de frutas e vegetais, melhorando assim sua qualidade, por meio da redução da senescência e amadurecimento (16).

Em condições de estresse salino, há uma redução do crescimento e produtividade de plantas, além de ter um aumento de produção significativa de espécies reativas de oxigênio. Em estudo avaliando mudas de tomate sob estresse salino, verificou-se que as mudas que sofreram pré-tratamento de 100 μ M de melatonina por 3 dias, seguido por exposição de salinidade de 7 dias, melhorou de forma efetiva a arquitetura da raiz e, portanto, o crescimento das plantas. Além disso, as mudas de tomate embebidas com esta quantidade de melatonina, apresentaram reduções da concentração de sódio na folha e caule, do estresse oxidativo, teor de malondialdeído, substâncias reativas de oxigênio e vazamento de eletrólitos. Em associação, foram vistas atividades aumentadas de antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos (10).

Adicionalmente, a melatonina também apresentou proteção das plantações hortícolas que foram submetidas a estresse hídrico, promovido pela seca, induzindo o mecanismo de defesa antioxidante, evitando assim, danos ao aparelho fotossintético, além de regular o estresse oxidativo (22).

Por outro lado, constatou-se que a melatonina não está apenas associada a mitigação do estresse abiótico, mas biótico também. A melatonina conseguiu aumentar a resistência das plantas sobre a infecção por patógenos (23), devido a este hormônio elevar a atividade fotossintética e antioxidante das plantas (24), além de possuir capacidades antifúngica e antibacteriana eficazes por meio da atenuação da virulência e metabolismo do aminoácido (25).

Em estudo analisando tomates cereja, a administração de 10.000 μ M de melatonina exógena conseguiu inibir significativamente o crescimento de espécies de *Bacillus*, diminuindo o número de unidades formadoras de colônia em 93% para *B. cereus* e 95% em *B. subtilis*; enquanto para *B. licheniformis*, nenhuma colônia foi detectada na mesma concentração de melatonina (12). Outro estudo mostrou que a aplicação exógena de melatonina foi capaz de diminuir o crescimento de fungos filamentosos na melancia e abobrinha, quando comparadas as que não receberam essa aplicação (11).

MELATONINA NO CONTROLE DO ESTRESSE PELO FRIO

As plantas produzem naturalmente melatonina, conhecida como melatonina endógena. O estresse abiótico ou a aplicação de melatonina exógena, aumenta o nível de melatonina endógena das plantas. Esse nível melhorado, eleva a capacidade antioxidante, a eficiência fotossintética, bem como a tolerância ao estresse abiótico da planta. No entanto, mais pesquisas são necessárias para compreender o envolvimento da melatonina exógena sobre a produção da melatonina endógena (26).

Adicionalmente, esses mecanismos próprios de defesa das plantas contra os danos causados pelo frio, podem ser por elementos antioxidantes enzimáticos ou não, ou também pelo aumento de aminoácidos e carboidratos, na finalidade de proteger a planta contra danos osmóticos (27).

Plantas que sofreram pré-tratamento com melatonina apresentaram uma excelente tolerância sob estresse pelo frio (9,16), resultando em baixo conteúdo de malondialdeído, redução de espécies reativas de oxigênio, vazamento de eletrólitos e alta atividade enzimática antioxidante como os principais elementos envolvidos (9). Esses resultados apontam que a melatonina é capaz de reduzir o estresse oxidativo e ajuda a manter a integridade celular.

Evidências científicas revelaram que romãs tratadas com melatonina sob estresse pelo frio, também apresentaram baixo vazamento de eletrólitos, baixo escurecimento da

casca, baixo conteúdo de malondialdeído, baixa atividade de lipoxigenase e fosfolipase D e, portanto, melhor integridade da membrana. Para isso, 100 μ M de melatonina aplicadas em romãs foram suficientes para conferir tolerância ao resfriamento em câmaras frigoríficas por até 120 dias (14).

Em estudo avaliando brócolis minimamente processados submetidos a refrigeração, a aplicação exógena de 100 μ M de melatonina aumentou a capacidade antioxidante por meio da presença de ácido ascórbico, fenóis totais e flavonoides. Além dessas, também houveram quantidades significativas de catalase e superóxido dismutase. Sendo assim, as plantas tratadas com melatonina apresentaram uma redução significativa dos níveis de malondialdeído, aumentando o perfil antioxidante e qualidade dos brócolis sob estresse pelo frio (15). Corroborando com este resultado, a aplicação de 100 μ M de melatonina em pimentão também reduziu o estresse por frio pela mitigação da peroxidação lipídica induzida pelo frio e aumento do sistema de defesa antioxidante (28).

CONCLUSÕES

A melatonina foi capaz de aumentar o prazo de validade de frutas e vegetais por meio do aumento de substâncias antioxidantes enzimáticas ou não enzimáticas, pelas reduções da senescência, espécies reativas de oxigênio e lesão pelo frio. Além disso, ela inibiu o desenvolvimento de microrganismos na estrutura celular de produtos hortícolas. Dessa forma, a aplicação exógena da melatonina é capaz de mitigar tanto estresses abióticos quanto bióticos em plantas, oferecendo benefício tecnológico e comercial para a indústria de alimentos, podendo ser utilizada como uma alternativa para redução de custos agrícolas.

REFERÊNCIAS

1. Lerner AB, Case JD, Takahashi Y, Lee TH, Mori W. Isolation of melatonin, the pineal gland factor that lightens melanocyteS1. *J Am Chem Soc.* 1958;80(10):2587.
2. Stehle JH, Saade A, Rawashde O, Ackermann K, Jilg A, Sebésteny T, et al. A survey of molecular details in the human pineal gland in the light of phylogeny, structure, function and chronobiological diseases. *J Pineal Res.* 2011;51(1):17-43.
3. Xu P, Wang J, Hong F, Wang S, Jin X, Xue T, et al. Melatonin prevents obesity through modulation of gut microbiota in mice. *J Pineal Res.* 2017;62(4):e12399.
4. Sehajpal J, Kaur T, Bhatti R, Singh AP. Role of progesterone in melatonin-mediated protection against acute kidney injury. *J Surg Res.* 2014;191(2):441-7.
5. Dubbels R, Reiter RJ, Klenke E, Goebel A, Schnakenberg E, Ehlers C, et al. Melatonin in edible plants identified by radioimmunoassay and by high performance liquid chromatography-mass spectrometry. *J Pineal Res.* 1995;18(1):28-31.
6. Hattori A, Migitaka H, Ligo M, Itoh M, Yamamoto K, Kaneko-Ohtani R, et al. Identification of melatonin in plants and its effects on plasma melatonin levels and binding to melatonin receptors in vertebrates. *Biochem Mol Bio Int.* 1995;35(3):627-34.

7. Tan DX, Manchester LC, Liu X, Rosales-Corral SA, Acuna-Castroviejo D, Reiter RJ. Mitochondria and chloroplasts as the original sites of melatonin synthesis: a hypothesis related to melatonin's primary function and evolution in eukaryotes. *J Pineal Res.* 2013;54(2):127-38.
8. Tan DX, Reiter RJ. An evolutionary view of melatonin synthesis and metabolism related to its biological functions in plants. *J Exp Bot.* 2020;71(16):4677-89.
9. Ding F, Liu B, Zhang S. Exogenous melatonin ameliorates cold-induced damage in tomato plants. *Scientia Horticulturae.* 2017;219:264-71.
10. Altaf MA, Shahid R, Ren MX, Altaf MM, Khan LU, Shahid S, et al. Melatonin alleviates salt damage in tomato seedling: A root architecture system, photosynthetic capacity, ion homeostasis, and antioxidant enzymes analysis. *Scientia Horticulturae.* 2021;285:110145.
11. Mandal MK, Suren H, Ward B, Boroujerdi A, Kousik C. Differential roles of melatonin in plant-host resistance and pathogen suppression in cucurbits. *J Pineal Res.* 2018; 65(3):12505.
12. Zhu GY, Sha PF, Zhu XX, Shi XC, Shahriar M, Zhou YD, et al. Application of melatonin for the control of food-borne *Bacillus* species in cherry tomatoes. *Posth Bio Tech.* 2021;181:111656.
13. Allen DJ, Ort DR. Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. *Trends Plant Sci.* 2001;6(1):36-42.
14. Jannatizadeh A. Exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in pomegranate fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae.* 2019;246:544-9.
15. Wei L, Liu C, Wang J, Younas S, Zheng H, Zheng L. Melatonin immersion affects the quality of fresh-cut broccoli (*Brassica oleracea* L.) during cold storage: Focus on the antioxidant system. *J Food Proc Pres.* 2020;44(9):e14691.
16. Jayarajan S, Sharma RR. Melatonin: A blooming biomolecule for postharvest management of perishable fruits and vegetables. *T Food Sci Tech.* 2021;116:318-28.
17. Zhai R, Liu J, Liu F, Zhao Y, Liu L, Fang C, et al. Melatonin limited ethylene production, softening and reduced physiology disorder in pear (*Pyrus communis* L.) fruit during senescence. *Posth Bio Tech.* 2018;139:38-46.
18. Onik JC, Wai SC, Li A, Lin Q, Sun Q, Wang Z, et al. Melatonin treatment reduces ethylene production and maintains fruit quality in apple during postharvest storage. *Food Chem.* 2021;337:127753.
19. Wang F, Zhang X, Yang Q, Zhao Q. Exogenous melatonin delays postharvest fruit senescence and maintains the quality of sweet cherries. *Food Chem.* 2019;301:125311.

20. Miao H, Zeng W, Zhao M, Wang J, Wang Q. Effect of melatonin treatment on visual quality and health-promoting properties of broccoli florets under room temperature. *Food Chem.* 2020;319:126498.
21. Sun Q, Liu L, Zhang L, Lv H, He Q, Guo L, et al. Melatonin promotes carotenoid biosynthesis in an ethylene-dependent manner in tomato fruits. *Plant Sci.* 2020;298:110580.
22. Sharma A, Zheng B. Melatonin mediated regulation of drought stress: Physiological and molecular aspects. *Plants.* 2019;8(7):190.
23. Moustafa-Farag M, Almoneafy A, Mahmoud A, Elkelish A, Arnao MB, Li L, et al. Melatonin and its protective role against biotic stress impacts on plants. *Biomolecules.* 2020;10(1):54.
24. Chen YE, Mao JJ, Sun LQ, Huang B, Ding CB, Gu Y, et al. Exogenous melatonin enhances salt stress tolerance in maize seedlings by improving antioxidant and photosynthetic capacity. *Physiol Plant.* 2018;164(3):349-63.
25. Zhang S, Zheng X, Reiter RJ, Feng S, Wang Y, Liu S, et al. Melatonin attenuates potato late blight by disrupting cell growth, stress tolerance, fungicide susceptibility and homeostasis of gene expression in *Phytophthora infestans*. *Front Plant Sci.* 2017;8:1993.
26. Tiwari RK, Lal MK, Naga KC, Kumar R, Chourasia KN, S S, et al. Emerging roles of melatonin in mitigating abiotic and biotic stresses of horticultural crops. *Scientia Horticulturae.* 2020;272:109592.
27. Sharafi Y, Aghdam MS, Luo Z, Jannatizadeh A, Razavi F, Fard JR, et al. Melatonin treatment promotes endogenous melatonin accumulation and triggers GABA shunt pathway activity in tomato fruits during cold storage. *Scientia Horticulturae.* 2019;254:222-7.
28. Kong XM, Ge WY, Wei BD, Zhou Q, Zhou X, Zhao YB, et al. Melatonin ameliorates chilling injury in green bell peppers during storage by regulating membrane lipid metabolism and antioxidant capacity. *Posth Bio Tech.* 2020;170:111-315.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-25>

Capítulo 25

FONTES DE CONTAMINAÇÃO ANIMAL, AMBIENTAL E HUMANA PARA O LEITE DURANTE A ORDENHA

Bruna Garofali Simone Draber¹; Daniele Bondan Pacheco¹; Caroline da Luz de Freitas²; Milimani Andretta³; Helenice Gonzalez de Lima⁴; Fernanda de Rezende Pinto⁴; Natacha Deboni Cereser⁴.

¹ Residente do Programa de Residência Multiprofissional em Veterinária/UFPEL; E-mail: bruna.draber@gmail.com; danielebondan@gmail.com, ² Graduanda em Veterinária/UFPEL; E-mail: carolineluzf@gmail.com, ³ Pós-graduanda no Programa de Pós-graduação em Veterinária/UFV; E-mail: miliandretta@gmail.com, ⁴ Docente do Departamento de Veterinária Preventiva/UFPEL. E-mail: helenicegonzalez@gmail.com; f_rezende@yahoo.com.br; natachacereser@yahoo.com.br;

RESUMO

Os procedimentos empregados para obtenção do leite são determinantes para gerar um produto de boa qualidade. Conhecer os microrganismos contaminantes e os pontos que geram contaminação possibilita a adoção de medidas de controle. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os principais pontos de contaminação do leite cru por microrganismos aeróbios mesófilos e grupo coliforme durante a ordenha. Foram coletadas amostras de fontes animal, ambiental, humana e de leite de conjunto em propriedades leiteiras, com sistema do tipo mecânico balde ao pé ou com captação canalizada, localizadas na região sul do Rio Grande do Sul. A contagem média, para aeróbios mesófilos, em leite cru, no sistema balde ao pé, foi $1,9 \times 10^5$ UFC/mL e no sistema do tipo mecânico com captação canalizada foi $6,4 \times 10^4$ UFC/mL. Houve 100% de presença do grupo coliforme no leite de conjunto. Em relação à qualidade da água utilizada, todas as propriedades analisadas foram classificadas com água imprópria para o consumo. Os pontos com maiores falhas de higiene, na ordenha do tipo mecânica balde ao pé, correspondem à superfície dos tetos após sanitização e insufladores de teteiras para microrganismos aeróbios mesófilos. Para o grupo coliforme foram amostras de três primeiros jatos de leite e superfície do balde. Na ordenha mecânica com captação canalizada, os pontos com maiores falhas para ambos os grupos indicadores foram amostras de três primeiros jatos de leite e do filtro, caracterizando-se como importantes fontes de contaminação para o produto final, evidenciado o prejuízo sanitário e tecnológico.

Palavras-chave: mesófilos; coliformes, microrganismos indicadores; higiene na ordenha; saúde pública.

INTRODUÇÃO

Os principais microrganismos que contaminam o leite são as bactérias. Dentre elas, o grupo “aeróbios mesófilos” inclui a maioria das bactérias acidificantes e patogênicas (1). Deste modo, tem extrema importância no ambiente de ordenha por

estarem amplamente difundidas. Altas contagens podem estar associadas às falhas de higienização, manejo ou problemas na refrigeração do produto (2). A presença de coliformes totais e termotolerantes nos produtos também avalia a qualidade higiênico sanitária, podendo indicar contaminação de origem fecal, provável presença de microrganismos patogênicos ou a deterioração potencial. Avaliar a qualidade microbiológica da fonte de água no ambiente de produção é importante, e pode evitar possíveis surtos de toxi-infecções decorrentes do consumo de produtos de origem animal (3). Assim, este trabalho teve como objetivo determinar as principais fontes de contaminação (animal, ambiental e humana) de aeróbios mesófilos e microrganismos do grupo coliforme, para o leite cru durante a ordenha.

MATERIAL E MÉTODOS

População do estudo, determinação dos pontos e coleta das amostras

Para a avaliação dos grupos indicadores, foi feito o acompanhamento de dez unidades produtoras de leite, com coletas semanais durante quatro semanas consecutivas. Todas localizadas na região sul do Rio Grande do Sul. Das propriedades acompanhadas, cinco apresentavam sistema de ordenha do tipo mecânica balde ao pé e cinco mecânica canalizada. Para análise da fonte de água foram utilizadas seis propriedades leiteiras.

Levando-se em conta os principais fatores que originam a contaminação do leite durante a ordenha, os pontos coletados foram: mãos do manipulador, superfície dos tetos após a higienização, três primeiros jatos de leite, superfícies de equipamentos e utensílios que entraram em contato direto com o leite (insufladores das teteiras, balde, em ordenha com balde ao pé, tarro ou tanque de refrigeração), fonte de água e leite de conjunto logo após a ordenha. Para a coleta das amostras das mãos foi utilizado *Swab* estéril friccionando sobre a palma de uma das mãos e nos espaços interdigitais. Em 10% do rebanho em lactação foram coletadas amostras de superfície dos tetos antes e após a higienização, delimitadas por meio de gabarito de aço inoxidável com área de 6 cm². A mesma delimitação foi utilizada para coleta das amostras de superfícies dos insufladores das teteiras (coletadas antes do início da ordenha e durante o processo), amostras de superfície de balde, tarro ou tanque de refrigeração. Amostras dos três primeiros jatos foram obtidas pela coleta de leite de dois tetos desses animais, homogeneizados e representaram uma única amostra. Para análise da água, 300mL foram coletados diretamente dos pontos destinados para a limpeza dos equipamentos de ordenha e foram armazenadas em frascos de vidros estéreis. O leite de conjunto foi obtido diretamente no tanque de refrigeração imediatamente após o término da ordenha. Após a coleta, os *Swabs* foram mantidos em tubos de ensaio contendo 12 mL de água peptonada tamponada 0,1%. Todas as amostras foram acondicionadas em caixas isotérmicas contendo gelo reciclável e encaminhadas ao Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal de Pelotas (LIPOA-UFPEL).

Identificação de microrganismos aeróbios mesófilos e do grupo coliforme

Para contagem padrão de microrganismos aeróbios mesófilos, foi realizado semeadura em ágar padrão para contagem (PCA) seguida de incubação em temperatura de 36 ± 1°C por 48 horas, conforme metodologia vigente na época e estabelecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (4). Os resultados foram

expressos em unidades formadores de colônia por mL ou cm² de amostra (UFC/mL/cm²). Para as amostras do grupo coliforme foi utilizada metodologia descrita pelo MAPA (4) que consiste na determinação do número mais provável (NMP) de coliformes totais através de provas presuntivas e confirmativas. Nas amostras positivas para este grupo foi realizada a determinação do NMP de coliformes termotolerantes. Foi confirmada a presença, em amostras com mais de 0,3 NMP/mL para leite de conjunto e três jatos e para os demais pontos com mais de 3,0 NMP/cm². Especificamente para as amostras de água, foram determinados os números mais prováveis de coliformes totais e de *Escherichia coli* em 100mL.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas propriedades que utilizavam o sistema do tipo balde ao pé, a média obtida para população de mesófilos no leite de com junto foi de $1,9 \times 10^5$ UFC/mL, já as que utilizaram o sistema do tipo mecânico com captação canalizada tiveram média de $6,4 \times 10^4$ UFC/mL.

Em relação às etapas de ordenha pesquisadas, as contagens médias de microrganismos aeróbios mesófilos estão apresentadas nas Figuras 1 e 2.

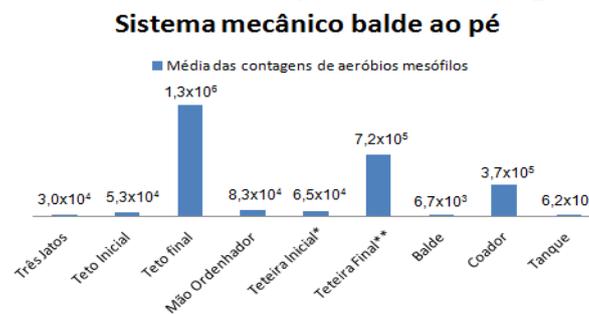


Figura 1. Médias das contagens de microrganismos mesófilos (UFC/cm²) coletados nos diferentes pontos de ordenha com sistema do tipo balde ao pé em unidades produtoras de leite de Pelotas e região no período de 2016 a 2017. (*Após a sanitização; **Durante a ordenha).

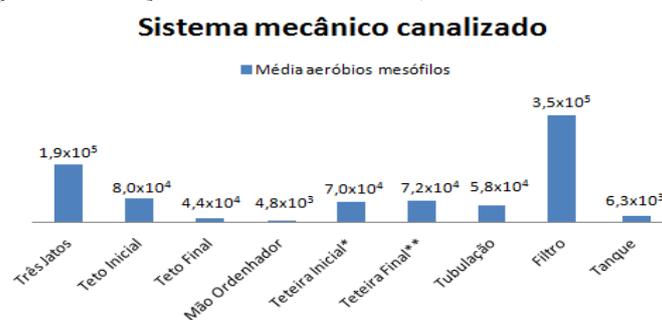


Figura 2. Médias das contagens de microrganismos mesófilos (UFC/cm²) coletados nos diferentes pontos de ordenha com sistema do tipo mecânico canalizado em unidades produtoras de leite de Pelotas e região no período de 2016 a 2017 (*Após a sanitização; **Durante a ordenha).

Já em relação à presença do grupo coliforme no ambiente de ordenha (Figura 3 e 4), os pontos que apresentaram maior contaminação, na ordenha do tipo mecânica balde ao pé, correspondem a amostras de três primeiros jatos e superfície do balde, e na ordenha do tipo mecânico com captação canalizada, as maiores contagens ocorreram nas amostras do filtro e de três jatos. Esses resultados refletem diretamente na qualidade do leite produzido nas propriedades avaliadas, já que, imediatamente após a ordenha, ambos os grupos de coliformes, foram identificados, independentemente do sistema de ordenha.

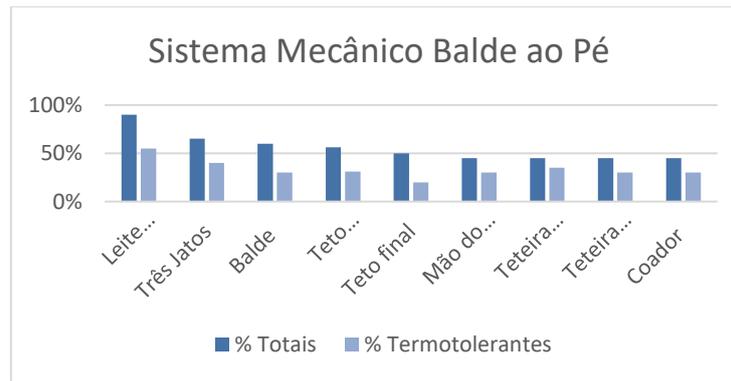


Figura 3. Percentual das coletas de cada ponto das cinco propriedades com sistema mecânico balde ao pé, com contagens de coliformes totais e termotolerantes com valores $>0,3$ NMP/mL para leite conjunto e três jatos e >3 NMP/cm² para demais pontos.

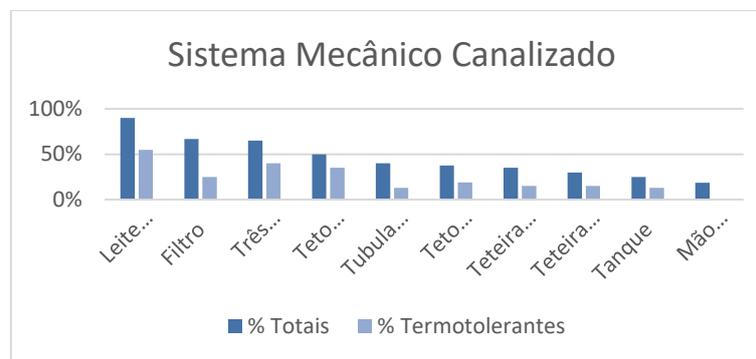


Figura 4. Percentual das coletas de cada ponto das cinco propriedades com sistema mecânico canalizado, com contagens de coliformes totais e termotolerantes com valores $>0,3$ NMP/mL para leite conjunto e três jatos e >3 NMP/cm² para demais pontos.

Em relação à qualidade da água utilizada durante a ordenha, todas as propriedades analisadas neste estudo foram classificadas com água imprópria para o consumo humano, conforme o padrão de potabilidade da água fixado pela Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021 (6), que define o limite de até 500 UFC/mL de bactérias heterotróficas e ausência em 100mL de coliformes totais e *E. coli*. Houve contagem superior em todas (100%) para microrganismos aeróbios mesófilos e para coliformes totais, e para em três (50%) delas houve presença de *E. coli*. Ademais, a média das contagens dos microrganismos mesófilos, a estimativa de coliformes totais e *E. coli* na fonte de água (Figura 5) indicam que há ausência de processo de desinfecção nestas propriedades, ou ainda, recontaminação da água no ponto de armazenamento e/ou na rede de distribuição, tornando-se fonte de contaminação indireta do leite, pois é utilizada na limpeza e nas desinfecções de instalações e equipamentos (7).

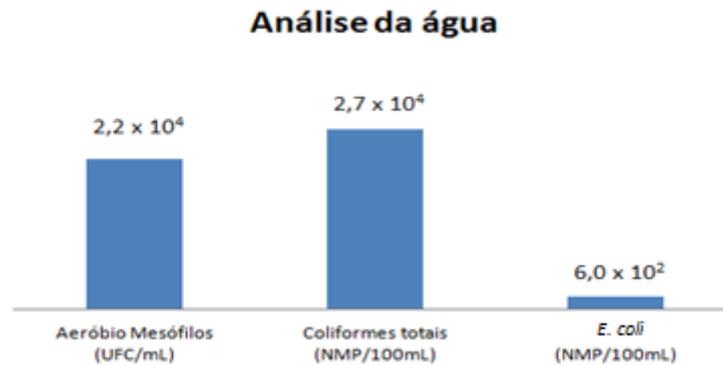


Figura 5. Médias das contagens de microrganismos mesófilos (UFC/mL), estimativa de coliformes totais e *Escherichia coli* em fonte de água coletados em seis propriedades unidades produtoras de leite de Pelotas e região no período de 2016 a 2017.

Os pontos com maiores falhas de higiene, na ordenha do tipo mecânica balde ao pé, correspondem às amostras da superfície dos tetos coletadas após a higienização (*pré-dipping*) e dos insufladores de teteiras coletados durante a ordenha. Já na ordenha do tipo mecânico com captação canalizada, as maiores contagens ocorreram nas amostras de três jatos e do filtro, caracterizando-se como importantes fontes de contaminação por aeróbios mesófilos para o produto final.

Em relação ao leite de conjunto, os resultados da contagem de microrganismos aeróbios mesófilos foram comparados ao estabelecido pela Instrução Normativa N° 76, publicada em 2018 pelo MAPA (8), que regulamenta a qualidade do leite cru refrigerado, não devendo exceder a média de $3,0 \times 10^5$ UFC/mL para Contagem Bacteriana Total (CBT), portanto, das dez propriedades avaliadas, houve contagem média superior em uma (10%) delas, com sistema de ordenha mecânico tipo balde ao pé. Entretanto, é fundamental destacar que a legislação determina os padrões para o leite já armazenado sob refrigeração e neste trabalho, a coleta foi realizada imediatamente após a ordenha, assim consideramos que a média de contagem no produto, em ambos os sistemas de captação, apresentou-se elevada. Do mesmo modo, das dez propriedades analisadas quanto à presença do grupo coliforme no leite de conjunto, houve contagem ($>0,3$ NMP/mL) em todas as propriedades tanto para coliformes totais quanto para termotolerantes. Ainda em relação ao leite, há implicações adicionais para a saúde pública se bactérias patogênicas e ou seus metabólitos estiverem presentes no produto e nos derivados. Do ponto de vista tecnológico, a qualidade da matéria-prima é um dos maiores problemas para o desenvolvimento da indústria de lácteos (9). Conforme os resultados a superfície dos tetos representa uma importante fonte de contaminação para o leite de conjunto. Mesmo nas coletas após o *pré dipping*, o grupo coliforme total foi identificado em 50% das amostras. Para termotolerantes o percentual foi de 30%, em ambos os sistemas de captação. Em relação aos microrganismos aeróbios mesófilos, há destaque para a contagem observada nesse ponto, coletado durante a ordenha, com a média de $1,3 \times 10^6$ UFC/cm² no sistema do tipo mecânico balde ao pé. Segundo Rosa et al. (2017) (10), altas contagens de microrganismos na pele do teto podem estar relacionando à concentração inadequada do desinfetante, na solução utilizada ou secagem dos tetos antes do tempo de contato necessário para a ação do produto e, ainda, a realização do procedimento de forma inadequada. Vale ressaltar também, que a utilização incorreta dos sanitizantes, gera preocupação frente à resistência aos produtos (11).

A superfície dos insufladores das teteiras apresentaram alta população de microrganismos mesófilos, em ambos os sistemas de captação do leite. A alta contagem pode estar associada à higienização errônea do equipamento, incluindo concentrações de sanitizantes ou temperatura incorreta da água (12). O fato de os microrganismos aderirem-se à superfície dos equipamentos de ordenha e, muitas vezes, serem capazes de formar biofilme, torna-os pontos de contaminação para o produto, se não adequadamente manejados.

Desprezar os três primeiros jatos de leite é importante para obtenção do produto de qualidade, uma vez que esses jatos apresentaram contagem média de microrganismos aeróbio mesófilos, no sistema mecânico do tipo balde ao pé de $3,0 \times 10^4$ UFC/mL e no sistema mecânico do tipo canalizado de $1,9 \times 10^5$ UFC/mL. Já o grupo coliforme total foi identificado em 60% das amostras. Para coliformes termotolerantes, 40% das amostras estavam contaminadas, nos dois sistemas de ordenha. Segundo Rosa et al. (2017) (10) os três primeiros jatos de leite contêm, naturalmente, alta carga microbiana e a não eliminação dessa alíquota do leite permite a incorporação de alta carga microbiana produto final.

A alta contagem de mesófilos obtida da superfície do filtro antes do início da ordenha, utilizado no sistema mecânico canalizado, pode indicar falta de substituição do item descartável a cada ordenha. Prática que tem potencial de aumentar a contaminação do leite de conjunto. Igualmente, coliformes totais foram identificados em 67% das amostras da superfície dos filtros. Em 25% das amostras, coliformes termotolerantes também estavam presentes, com população $>3,0 \text{NMP/cm}^2$. No que se refere ao balde, utilizado no sistema balde ao pé, as amostras com população superior a $3,0 \text{NMP/cm}^2$, representaram 60% e 30%, respectivamente para coliformes totais e termotolerantes. Tal resultado preocupante pode ser associado a processos deficientes da higienização do utensílio, ou ainda, ao uso de concentrações de sanitizantes inadequadas (12).

É relevante que os ordenhadores realizem correta higienização das mãos, especialmente durante a ordenha, visto que foram identificadas amostras da superfície das mãos, na ordenha do tipo mecânico balde ao pé, com média para aeróbios mesófilos de $8,3 \times 10^4$ UFC/cm², e, no sistema do tipo mecânico canalizado, com médias de $4,8 \times 10^3$ UFC/cm². Já para o grupo coliforme, no sistema balde ao pé, houve 45% de presença de coliformes totais e 30% de termotolerantes, ao passo que, no sistema mecânico canalizado, os coliformes totais estão presentes em 19% das coletas e os termotolerantes não foram identificados. Fato que pode estar associado a maior manipulação realizada pelo ordenhador no primeiro sistema. Segundo Tavares et al. (2017) (13), que pesquisou possíveis fontes de contaminação de *Yersinia enterocolitica* em diferentes pontos do processo de ordenha em propriedades da região de Pelotas - RS, apesar de os ordenhadores não manipularem diretamente o leite, eles são a principal ligação entre equipamentos, utensílios, animais e o leite, podendo concorrer para a transferência de contaminação entre esses.

Apesar da importância da água na atividade leiteira, os produtores pouco sabem sobre a qualidade da água que utilizam para a sua produção (14). Nos estabelecimentos acompanhados, análises não eram realizadas, da mesma forma que nenhum tratamento era empregado. Sabendo-se que a cloração é um método de tratamento profilático de fácil aplicação, econômico e confiável, é vantajoso que a água utilizada tenha um teor de cloro adequado (15), visando eliminar microrganismos, tendo grande eficácia contra agentes bacterianos.

Portanto, evidencia-se que a qualidade microbiológica do leite é influenciada por múltiplos fatores, e apesar das contagens bacterianas serem muito próximas no leite de conjunto, nos diferentes sistemas de obtenção, as fontes são diversas e variáveis. É importante salientar que leite com contaminação inicial (imediatamente após a ordenha) elevada, mesmo com resfriamento adequado ao término da ordenha, dificilmente será um produto seguro, pois a contagem pode aumentar durante o período de armazenagem e transporte dependendo das condições empregadas (5).

CONCLUSÃO

As contagens de aeróbios mesófilos e a presença do grupo coliforme observadas nas amostras dos diferentes pontos dos sistemas de ordenha, mesmo após os procedimentos de higiene rotineiramente empregados, evidenciam que tanto a fonte de água, o ordenhador, o animal e os equipamentos representam importantes fontes de contaminação, contribuindo para perda da qualidade do produto. Destaca-se a importância de adotar boas práticas de higiene durante a ordenha, a fim de garantir a qualidade do leite, de seus derivados e por consequência à saúde do consumidor.

REFERÊNCIAS

1. SILVA, L. C. C.; BELOTI, V.; TAMANINI, R.; et al. Rastreamento de fontes da contaminação microbiológica do leite cru durante a ordenha em propriedades leiteiras do Agreste Pernambucano. *Sêmima: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 1, p. 267-276, jan./mar. 2011.
2. NETO, A. C. R.; BARBOSA, S. B. P.; JATOBÁ, R. B.; et al. Qualidade do leite cru refrigerado sob inspeção federal na região Nordeste. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 64, n. 5, p. 1343-1351, mai. 2012.
3. ALMEIDA, A. V.; CARDOSO, F. A. S. G.; SILVA, R. A. C.; et al. Qualidade microbiológica da água utilizada em ambientes de produção leiteira na região médio-norte matogrossense. *Scientific Electronic Archives*, v. 12, n.2, p. 76-82, abr. 2019.
4. BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa, n.62, de 26 de agosto de 2003. Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/instrucao-normativa-sda-62-de-26-08-2003,665.html> Acesso em: 25 mar. 2020
5. MARTINS M.L., ARAÚJO E.F, MORAES C.A., MANTOVANI H.C. & VANETTI M.C.D. 2003. Diversidade genética de bactérias psicrotólicas proteolíticas isoladas de leite cru granelizado. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 58: 54-60.
6. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União, Anexo I*, mai.2021.
7. BORTOLI, J. D.; MACIEL, M. J.; SANTANA, E. R. R.; et al. Avaliação microbiológica da água em propriedades rurais produtoras de leite localizadas no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v.12, n. 1, p. 39 – 53, jan./ mar. 2018.

8. BRASIL. Instrução normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru refrigerado. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 2018a.
9. RAMOS, M. P. P.; PINTO, C. L.O.; CARVALHO, S. L.; et al. Qualidade microbiológica e fatores que influenciam a produção de leite obtido de propriedades de base familiar no município de São Mateus, ES. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.4, n.1, p.1-15, jul. 2014.
10. ROSA, J. F. et. al. Pontos críticos de contaminação na produção leiteira. Expressa Extensão, v.22, n.1, p.90-103, jan./ jun. 2017.
11. BOHRZ, D. A. S.; WEBBER, B.; VANCIN, F. R.; et al. Quantificação de *Staphylococcus aureus* e bactérias mesófilas aeróbias para avaliar higienização de equipamentos de ordenha. Acta Scientiae Veterinariae, v. 47, n. 1696, p. 1-6, nov. 2019.
12. FURLAN, M. F; VALEJO, N. M. Avaliação da ocorrência de bactérias mesófilas no leite cru e análise do enquadramento das boas práticas de manuseio feito pelos produtores rurais de JI-Paraná. South American, Journal of basic Education, Technical and Technological, v.4, n.2, p. 30-42, nov. 2017.
13. TAVARES, A. B.; SOUZA, A. I. A.; DULAC, C.F.; et al. Fontes de contaminação de *Yersinia enterocolitica* durante a produção de leite. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.69, n.2, p.483-490, set. 2017.
14. VOGES, J. G.; FELIPUS, N. C.; RECHE, N. L. M.; et al. Qualidade da água e do leite em propriedades leiteiras do planalto norte de Santa Catarina. Archives of Veterinary Science, v.22, n.3, p.13-23, jul. 2017.
15. SILVA, C. G.; ALESSIO, D. R. M.; KNOB, D. A.; et al. Influência da sanificação da água e das práticas de ordenha na qualidade do leite. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.70, n.2, p.615-622, jul. 2018.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-26>

Capítulo 26

FERMENTAÇÃO DO CAFÉ

Yuzo França Akiyoshi , Vivian Consuelo Reolon Schmidt

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química, Rua Padre Pavoni, 290, Zip code 38701-002, Patos de Minas, MG, Brazil. E-mail: vivianfeq@ufu.br; yuzo.akiyoshi@ufu.br

Resumo: O café é umas das bebidas mais consumidas, sendo responsável por grande movimentação econômica mundial. Atualmente, diversos estudos têm sido realizados para melhorar as qualidades sensoriais desse *comodity*. Os cafés especiais têm se tornado os mais consumidos. O presente trabalho é uma revisão da literatura sobre cáfes e cafés especiais, considerando processos de fermentações e a geração de sabores e aromas formados. A fermentação do café pode ser realizada de forma aeróbica (seca) ou anaeróbica (úmida). Cada uma destas formas há predominância de microrganismos que produzem metabólicos diferentes. Estes metabólicos são responsáveis por sabores e aromas importantes em cafés especiais. No café arábica, os gêneros bacterianos mais comuns durante a fermentação do café são *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter*, *Klebsiella* e *Weissella* e na espécie robusta são *Bacillus*, *Erwinia*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. Assim, conhecer e estudar estes microrganismos permite saber os metabólitos responsáveis pelos melhores sabores em cafés especiais.

Palavras-chave: café, fermentação e microrganismos.

INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se mundialmente na produção de café devido à riqueza do solo, altitude ideal e clima favorável. Este produto, classificado como commodity, possui valor significativo no mercado de exportação (Tavares, 2002). O país detém a maior produção, a qual representa um terço da produção mundial de café e, de acordo com os dados da Organização Internacional do Café (OIC), o Brasil é o 14º consumidor de café do mundo, em média 5,8 quilos por pessoa, por ano (EMBRAPA, 2021).

O Brasil tornou-se o maior exportador de grão de café, uma vez que é responsável por cerca de 30% das exportações mundiais de café. Isso equivale a mais de 34 mil sacas, o que corresponde a US\$ 5,4 bilhões de receita, e 15% desse volume é “café especial”, de acordo com os dados do Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (CECAFE, 2017).

Alguns produtores já perceberam que o café especial pode garantir margens mais elevadas, levando-os a tornarem-se independentes dos preços internacionais das

commodities. Tais produtores começaram a direcionar negociações diretas e participação internacional sem dependência de intermediários comerciais tradicionais (Chade 2012; Guimarães et al., 2016). Os produtos já não são apreciados apenas por suas propriedades intrínsecas, mas também pelas experiências que promovem. Os clientes são integradores de recursos, promovendo a cocriação de valor com provedores (Vargo; Lusch, 2017).

A forma do consumo de café vem se transformado nos últimos tempos, tanto na esfera pessoal como social. Os consumidores têm buscado outros significados para a bebida, outra forma de apreciar, por essa razão, os cafés especiais têm se tornado uma bebida consumida significativamente por uma grande quantidade de pessoas ao redor do planeta. Assim, o presente trabalho analisou o café especial, considerando seu valor no mercado, com ênfase nos processos de fermentações dos grãos (BRANDO et. al, 2014).

Assim, possibilitou-se a compreensão da modalidade processos de pontuação, buscando a excelência no produto final. Esta análise dos processos de fermentações, que ocorrem nos grãos do café, pode resultar-se em atributos especiais como: aroma, fragrância e acidez. Por isso, o controle bem realizado no processo de fermentação do café poderá obter bons resultados para os produtores desta cultura.

TIPOS DE FERMENTAÇÃO

Atualmente as exigências dos consumidores de café fizeram com que novos processos sejam implantados na cultura da bebida, portanto, observa-se que os lotes de café submetidos às fermentações com leveduras têm ganhado mais espaço na cadeia produtiva do café especial (Tavares, 2002). A função da fermentação é relativizada, muitas vezes com a finalidade de degradação da mucilagem (apenas para a remoção dos açúcares presentes no pergaminho para facilitar a secagem do café), seja a fermentação em estado líquido, quando o café é processado por via úmida (em tanques), seja por via seca, quando os frutos vão para a secagem natural (Pereira 2017).

A fermentação controlada de café, seja da forma seca ou úmida, é relacionada com a ação de microrganismos que consomem os açúcares e a mucilagem. É uma prática que proporciona sabor, aroma, textura e também influencia na qualidade do café (Marques, 2019). Por essa razão, é necessário realizar boas práticas de controles de temperatura, qualidade da água, qualidade de saúde do café e tempo de processamento da fermentação. Segundo a CENICAFÉ, (2015), para que o produto final esteja de acordo com as exigências do mercado nacional e internacional.

MICRORGANISMOS

Os microrganismos, naturalmente presentes nos cafés, promovem sua fermentação, influenciando na qualidade final do café em virtude da degradação de alguns compostos ou pela excreção de seus produtos metabólicos (Esquivel, 2012). Mediante fermentação controlada pode-se produzir bebidas com aromas e sabores diferenciados tais como: cítricos e frutados, assim como ter a redução de compostos indesejados (Soccol et al., 2014). A potencialização das características sensoriais da bebida faz com que produtores que estão em locais limitados para a produção de cafés especiais complexos, possam ter a oportunidade de entrar nesse mercado (Freitas Araújo, 2018).

Microrganismos do ambiente são naturalmente presentes em todas as etapas pré e pós-colheita do café. Estes microrganismos podem ter influência na qualidade final da bebida, pois geram a degradação de compostos presentes nos grãos e excreção de metabólitos. A incidência de microrganismos se deve, principalmente, à colheita de diferentes estágios de maturação e ao processamento (Chalfoun e Fernandes, 2013).

O número de leveduras tende a aumentar durante a fermentação/secagem e pode atingir valores maiores do que a população bacteriana. *Saccharomyces*, *Pichia*, *Candida*, *Rhodotorula*, *Hanseniaspora* e *Kluyveromyces* são os gêneros de leveduras mais comumente encontrados (Agate et al., 1966; Van Pee et al., 1972; Silva et al., 2000). No café arábica, os gêneros bacterianos mais comuns durante a fermentação do café são *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter*, *Klebsiella* e *Weissella* (Silva et al., 2008;).

Os fungos filamentosos são geralmente encontrados em quantidades menores na fermentação, sendo observados em maiores quantidades na secagem e armazenamento. Esta microbiota natural dos grãos de café vem sendo estudada e empregada como promissora na fermentação de café por culturas starters (Ribeiro et al., 2018).

Diversos microrganismos têm sido amplamente utilizados como culturas starters, principalmente as bactérias do ácido lático pertencentes aos gêneros *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus* e *Leuconostoc*, na elaboração de alimentos fermentados (Takata et al., 2011). Porém, recentemente o emprego de leveduras vem sendo difundido. A espécie mais utilizada é a *Sacharomyces cerevisiae*, empregada na produção de várias bebidas devido à sua capacidade de produzir rapidamente compostos aromáticos durante o processo fermentativo (Silva et al., 2008).

A *S. cerevisiae* é um microrganismo aeróbio facultativo de reprodução assexuadamente (por brotamento) sendo a temperatura ótima de seu crescimento entre 20 e 30°C, com o pH entre 4,5 e 5,5 (Dujon et al., 2017). A *S. cerevisiae* é a espécie mais explorada comercialmente dentre as leveduras e apresenta grande emprego na indústria, para fabricação de vários produtos (Rai et al., 2019).

As bactérias lácticas também são utilizadas para meios fermentativos, uma espécie é *P. acidilactici*, um microrganismo gram positivo, anaeróbico facultativo, homofermentativo, que pode crescer em uma ampla faixa de pH (pH ótimo 6,2), temperatura e pressão osmótica, podendo colonizar o trato digestivo. E estudos recentes tem verificado o seu potencial uso como probiótico (Takata et al., 2011).

No café da espécie robusta, alguns microrganismos são relatados como de importância na fermentação do café, como os gêneros *Bacillus*, *Erwinia*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* (Arunga, 1982). Algumas espécies de leveduras como *Debaryomyces hansenii* e *Penicillium guilliermondii* são capazes de crescerem em meio sintético de pectina, comprovando a importância desses microrganismos na degradação da mucilagem do café (Silva et al., 2008).

As bactérias aparecem com maior frequência, e as leveduras aumentam durante o processo de fermentação com a diminuição da umidade e atividade de água. Os gêneros mais comuns para bactérias são *Aeromonas*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Lactobacillus* e *Bacillus*, e em relação às leveduras os gêneros mais encontrados são *Pichia*, *Candida* e *Arxula*, com tendência a aparecerem em frutos secos e fermentados.

Hamdouche et. al (2016) identificaram algumas espécies de microrganismos durante a secagem de café (*Coffea canephora*) por via natural como *Microbacterium*, *Enterobacter*, *Wallemia* e *Aspergillus*. Já Vilela et al., (2010) identificaram *Candida guilliermondii* na superfície e mucilagem dos frutos e, *Candida parapsilopsis*,

Saccharomyces cerevisiae, *Torulopsisfamata*, *Saccharomyces marxianus*, *Candida tropicalis* e *Candida pelliculosa* na superfície dos grãos.

CONCLUSÕES

Em suma, a cultura do café é um *comodity* que movimenta a economia mundial e do Brasil. Cafés especiais tem recebido bastante valor agregado, assim a área de fermentação de cafés necessita de estudos sobre microrganismos e seus metabolitos gerados, que incrementam o sabor desta bebida tão especial.

REFERÊNCIAS

1. TAVARES, Estela Lutero Alves. A Questão do Café Commodity e sua Precificação: o “C Market” e a Classificação, Remuneração e Qualidade do Café. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 2002.
2. EMBRAPA. **Relatório sobre o mercado de café. Brasília:** DF; 2021. [Acesso em: 21 fev 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/59894398/producao-mundial-de-cafe-deve-crescer-19-no-ano-cafeeiro-20202021-e-atingir-1719-milhoes-de-sacas>.
3. CECAFE - **Cocriação de valor na cadeia do café especial: o movimento da terceira onda do café.** Conselho dos Exportadores de Café do Brasil, 2017. Relatório mensal de exportações. Recuperado de <http://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes>.
4. CHADE, J. **Tudo que cabe na xícara.** O Estado de S. Paulo, 18 de abril de 2012. [Acessado: 15 jun 2021]. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/geral,tudo-oque-cabe-na-xicara-imp-,4939>.
5. VARGOS. L., LUSCH, R. F. 2017. **Service-dominant logic 2025.** International Journal of Research in Marketing, 34(1), 46-67. doi:10.1016/j.ijresmar.2016.11.001. [Acessado em: 15 jun 2021]. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/VargoLusch2017IJRM.pdf>.
6. BRANDO, C. H. J., Brando, M. F. 2014. **Methods of coffee fermentation and drying.** In: Schwan, R.F., Fleet, G.H. Cocoa and Coffee Fermentation, 367-398.
7. PEREIRA, Lucas Louzada. **Novas abordagens para produção de cafés especiais a partir do processamento via-úmida.** Tese de doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Escola de Engenharia - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, 2017.
8. MARQUES, J. **Café Fermentado Ganha Mais Espaço No Mercado.** 2019. [Acessado em: 04 mar 2020]. Disponível em: <https://blog.strider.ag/cafe-fermentado-ganha-espaco-no-mercado/>.

9. CENICAFE - **Colombian coffee production is the highest in last**, 2015. Disponível em: <https://federaciondecafeteros.org/app/uploads/2020/09/Colombian-coffee-production-along-2015.pdf>.
10. ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. **Functional properties of coffee and coffee by-products**. Food Research International, v. 46, p. 488-495, 2012. [Acessado em: 15 jun 2021]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996911003449>
11. SOCCOL, V. T., SOCCOL, C. R., PEREIRA, G. V. M. **Processo para obtenção de bebidas de café com diferentes aromas e sabores através da fermentação dos grãos em sucos naturais de frutas com adição de agentes microbianos de fermentação**. Classificação: A23L 1/23; A23F 5/46. Nome do depositante: Universidade Federal do Paraná. UP: BR 10 2013 031849 3 A2, 27/05/2014.
12. FREITAS ARAÚJO, Guilherme. **Novos processos de fermentação para potencializar o perfil sensorial dos cafés obtidos no município de Coromandel, MG**. Guilherme 2018 Freitas Araújo. Patrocínio, UNICERP 2018. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário do Cerrado Patrocínio.
13. CHALFOUN, S. M; FERNANDES, A. P. **Efeitos da fermentação na qualidade da bebida do café**. 2013. Curso de Visão Agrícola n.12, Esalq - Usp, Piracicaba - Sp, 2013. [Acessado em: 18 mai 2021]. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va12-qualidade-da-bebida01.pdf>
14. AGATE, A. D., Bhat, J. V. (1966). **Role of Pectinolytic Yeasts in the Degradation of Mucilage Layer of Coffea robusta Cherries**. Applied Microbiology, 14(2), 256-260. [Acessado em: 12 fev 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5959859/>
15. VAN Pee, W., Castelein, J. M. (1972). **Study of the pectinolytic microflora, particularly the enterobacteriaceae, from fermenting coffee in the Congo**. Journal of Food Science, 37(1), 171-174. [Acessado em: 12 fev 2021]. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1972.tb03412.x>
16. SILVA, C. F., Schwan, R. F., Sousa Dias, E., Wheals, A. E. (2000). **Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of Coffea arabica in Brazil**. International Journal of Food Microbiology, 60(1), 215-260. [Acessado em: 12 fev 2021]. Disponível em: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-b97c33ff-b3b1-3871-b002-0b4558bf2849>

17. ARUNGA, R. O. **Coffee**. In: ROSE, A. H. (Ed.). *Economic microbiology: fermented foods*. Amsterdam: Elsevier, p. 259-279, 1882. [Acesso em: 20 mar 2021]. Disponível em: <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1773>
18. MASOUD, W., Cesar, L. B., Jespersen, L., Jakobsen, M. (2004). **Yeast involved in fermentation of Coffea arabica in East Africa determined by genotyping and by direct desnaturating gradient gel electrophoresis**. *Yeast*, 21, 549-556. [Acessado em: 20 mar 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15164358/>
19. SILVA, C. F., Batista, L. R., Abreu, L. M., Dias, E. S., Schwan, R. F. (2008). **Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (Coffea arabica) fermentation**. *Food Microbiology*, 25, 951–957. [Acesso em: 20 mar 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18954729/>
20. VILELA, D. M., Pereira, G. V., Silva, C. F., Batista, L.R., Schwan, R.F. (2010). **Molecular ecology and polyphasic characterization of the microbiota associated with semi-dry processed coffee (Coffea arabica L.)**. *Food Microbiology*, 27(8), 1128-1135. [Acesso em: 20 mar 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20832694/>
21. RIBEIRO, L. S., Evangelista, S. R., Cruz Pedrozo Miguel, M. G., van Mullem, J., Silva, C. F., Schwan, R. F. (2018). **Microbiological and chemical-sensory characteristics of three coffee varieties processed by wet fermentation**. *Annals of Microbiology*, 68(10), 705-718. [Acesso em: 21 mar 2021]. Disponível em: <https://annalsmicrobiology.biomedcentral.com/articles/10.1007/s13213-018-1377-4>
22. BUCKENHUSKES, H. J. (1993). **Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as starter cultures for various food commodities**. *Fems Microbiology*, 12, 253- 272. [Acesso em: 25 mar 2021]. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301483265>
23. SANDINE, W. E. (1996). **Study of fermentation growth kinetics and survival after freezing and lyophilization of microorganisms isolated from brazilian grape sourdough** . In: Cogan, T.M.; Accolas, J.P. *Dairy starters culture*, New York, J.P. 101-129. [Acessado em: 25 mar 2021]. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-StudyOfFermentationGrowthKineticsAndSurvivalAfterF-5106734.pdf>
24. SANDINE, W. E. (1996). **Commercial production of dairy starter cultures**. In: Cogan, T.M.; Accolas, J.P. *Dairy starters culture*, New York, J.P. 101-129.
25. DUJON, B. A., Louis, E. J. (2017). **Genome Diversity and Evolution in the Budding Yeasts (Saccharomycotina)**. *Genetics*, 206(6), 717-750. [Acessado em: 25 mar 2021]. Disponível em:

- https://watermark.silverchair.com/genetics0717.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAtkwggLVBgkqhkiG9w0B_BwagggLGMIIcwgIBADCCArSGCSq
26. RAI, A. K., Pandey, A., Sahoo, D. (2019). **Biotechnological potential of yeasts in functional food industry**. Trends in Food Science & Technology, 83, 129-137. [Acessado em: 25 mar 2021]. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201900066241>
27. TAKATA, K., Kinoshita, M., Okuno, T., Moriya, M., Kohda, T., Honorat, J. A., Nakatsuji, Y. (2011). **The Lactic Acid Bacterium *Pediococcus acidilactici* Suppresses Autoimmune Encephalomyelitis by Inducing IL-10-Producing Regulatory T Cells**. Plos One, 6(11), 2-8. [Acesso em: 10 mai 2021]. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0027644>
28. ARUNGA, R. O. **Coffee**. In: ROSE, A. H. (Ed.). Economic microbiology: fermented foods. Amsterdam: Elsevier, p. 259-279, 1882. [Acesso em: 20 mar 2021]. Disponível em: <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1773>
29. SILVA, C. F., Batista, L. R., Abreu, L. M., Dias, E. S., Schwan, R. F. (2008). **Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation**. Food Microbiology, 25, 951-957. [Acesso em: 20 mar 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18954729/>
30. HAMDUCHE, Y. et al. **Discrimination of post-harvest coffee processing methods by microbial ecology analyses**. Food Control, v. 65, p. 112-120, 2016. [Acesso em: 11 mai 2021]. Disponível em: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-c46f10bf-5414-3ee0-a30d-cb8fd0230cda>
31. PEE, W. V.; CASTELEIN, J. **The yeast flora of fermenting robusta coffee**. East African Agricultural and Forestry Journal, v. 36, p. 308-310, Jan. 1971.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-27>

Capítulo 27

PRODUÇÃO E APLICAÇÕES ALIMENTARES DA FARINHA DE RESÍDUOS DA ACEROLA: UMA REVISÃO

Jéssica de Araújo Silva¹; Ysabele Yngrydh Valente Silva²; Séfura Maria Assis Moura³

¹Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos. – IFCE Limoeiro do Norte; E-mail: jessicaraujo1317@gmail.com, ²Estudante do Curso de Nutrição – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: ysabelevalentin@gmail.com, ³Docente/pesquisador do Depto de Ciência dos Alimentos – IFCE Limoeiro do Norte. E-mail: sefura@ifce.edu.br.

Resumo: A acerola é uma fruta climatérica e tropical, apresenta um alto teor de vitamina C e seu cultivo é favorável nas regiões do Nordeste e Sudeste. Devido à crescente expansão da fruticultura no Brasil e no mundo, assim como do setor de processamento de frutas, é crescente a geração de resíduos, que em alguns casos pode se aproximar a 40%, dependendo da fruta. Diante disso, foi desenvolvido o presente estudo com o objetivo de realizar uma revisão sistemática da literatura sobre a produção da farinha de resíduos da acerola e a produção de alimentos. Foi realizado por meio de pesquisas nas bases de dados Google Acadêmico, SciELO e Periódicos Capes. Utilizou-se os termos “resíduos de acerola”, “farinha de resíduos da acerola”, “aproveitamento integral da acerola”, “aproveitamento integral”, “*Malpighia Emarginata*”, “resíduos agroindustriais” combinados em português e inglês. Foram encontrados 343 artigos para análise de título, palavras-chaves, resumo e metodologia. Logo após avaliação criteriosa e objetiva, apenas 5 artigos estavam dentro dos critérios de inclusão da pesquisa, seguido da leitura completa, extração dos dados e análise dos resultados e conclusões. Observou-se que a farinha dos resíduos de acerola pode ser inserida na panificação para a produção de *cookies*, bolos e barras de cereais, como também em bebidas do tipo *shake* e licor, com bons resultados físico-químicos, microbiológicos e sensoriais. Conclui-se que os produtos alimentícios elaborados com os resíduos da acerola trazem benefícios aos consumidores, agregando valor nutricional.

Palavras-chave: aproveitamento integral; farinha; *Malpighia Emarginata*; nutrientes; resíduos sólidos

INTRODUÇÃO

A agroindústria é responsável por cerca de 5,9% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e participa da transformação dos produtos, do beneficiamento e no processamento de matérias primas provenientes da agropecuária, auxiliando a inclusão do meio rural e pequenos produtores na economia de mercado nacional e internacional. A partir de pesquisas na área da agroindústria, é possível tanto melhorar a qualidade dos

produtos, quanto analisar formas de reaproveitamento e biotransformação de seus resíduos para diversas finalidades (1).

O aproveitamento integral e/ou parcial de resíduos não utilizados de frutas e hortaliças vem ganhando notoriedade ao longo dos últimos anos. A maioria dos resíduos agroindustriais, como cascas, sementes, talos e bagaços de frutas podem ser utilizados na produção de novos alimentos, pois são ricos em fibras, antioxidantes, sais minerais, vitaminas e outros componentes, que podem contribuir para a melhoria de ingestão de nutrientes e para a redução de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (2).

O bagaço de acerola possui uma quantidade considerável de vitamina C, de antocianinas, carotenoides e pigmentos antioxidantes, que, quando combinados, são responsáveis pela coloração vermelha do fruto, além de conter um considerável teor de fibras (3).

Assim, a industrialização da acerola para obtenção da farinha é uma alternativa para diversificar as possibilidades de comercialização dos frutos, o que permite aumentar a estabilidade e reduzir as perdas pós-colheita do produto, tornando possível o armazenamento em condições ambientais por maior tempo e propiciando o consumo do produto fora da safra. Este subproduto pode ser um alimento para consumo direto, ou servir como aditivo de outros produtos alimentícios (4).

A utilização integral dos alimentos possibilita o incremento a culinária diária, com a criação de novas receitas como geleias, tortas, sucos, doces, além de enriquecer nutricionalmente a dieta, proporcionando mais fibras, vitaminas e sais minerais. Para a correta implantação desses alimentos no cotidiano, é preciso ter conhecimento sobre a sua composição centesimal (5).

Isto posto, já que os resíduos de acerola podem ser inseridos na alimentação e consequentemente podem diminuir o desperdício e a quantidade desses resíduos que vão para o lixo prejudicando o meio ambiente, o objetivo deste estudo foi realizar na literatura científica uma revisão da literatura sobre artigos relacionados ao aproveitamento dos resíduos da acerola para a elaboração da farinha e a utilização em produtos alimentícios, avaliando suas características.

METODOLOGIA

Caracterização do estudo

A revisão literária foi elaborada por meio de consultas em artigos científicos publicados de 2015 a maio de 2021, nas plataformas de pesquisa do Periódicos Capes, SCIELO (Scientific Electronic Library Online) e Google Acadêmico. O intuito da revisão foi abordar trabalhos que tivessem como estudo a farinha dos resíduos de acerola e produtos elaborados a partir dessa farinha.

A revisão bibliográfica sistemática (RBS) proporciona ao pesquisador uma maior efetividade nas buscas realizadas mediante o assunto designado. Em sua proposta, o autor define os objetivos, os métodos de busca, os critérios de seleção, executa a pesquisa e

analisa os resultados obtidos (6). O presente estudo seguiu o modelo descrito na Figura 1.



Figura 1. Representação do processo de execução de uma RBS.
Fonte: Adaptado de Biolchini *et al.*, (6).

Planejamento

Critérios de inclusão: I – trabalhos publicados nos anos de 2015 a maio de 2021; II - artigos publicados na íntegra em língua portuguesa, espanhola ou inglesa; III – trabalhos originais que aludem o aproveitamento dos resíduos de acerola, contendo elaboração e caracterização dos subprodutos produtos resultantes.

Critérios de exclusão: I – trabalhos sem relação direta com a temática da pesquisa; II – artigos de revisão, teses e dissertação. III - estudos duplicados nas bases de dados.

Execução

A coleta de dados foi realizada no período de maio a setembro de 2021. Foram utilizadas as bases de dados para a pesquisa: SciELO, Periódicos Capes e Google Acadêmico. As pesquisas foram realizadas utilizando os seguintes termos: “resíduos de acerola”, “farinha dos resíduos de acerola”, “aproveitamento integral da acerola”, “aproveitamento integral”, “*Malpighia emarginata*”, “resíduos agroindustriais” e suas combinações em inglês e português.

Foram encontrados 343 artigos para análise de título, palavras-chave, resumo e metodologia. Após avaliação cautelosa e objetiva, apenas 5 artigos indexados nas referidas bases de dados atenderam os critérios de inclusão, seguindo para leitura completa, extração dos dados e análise dos resultados (Figura 2).

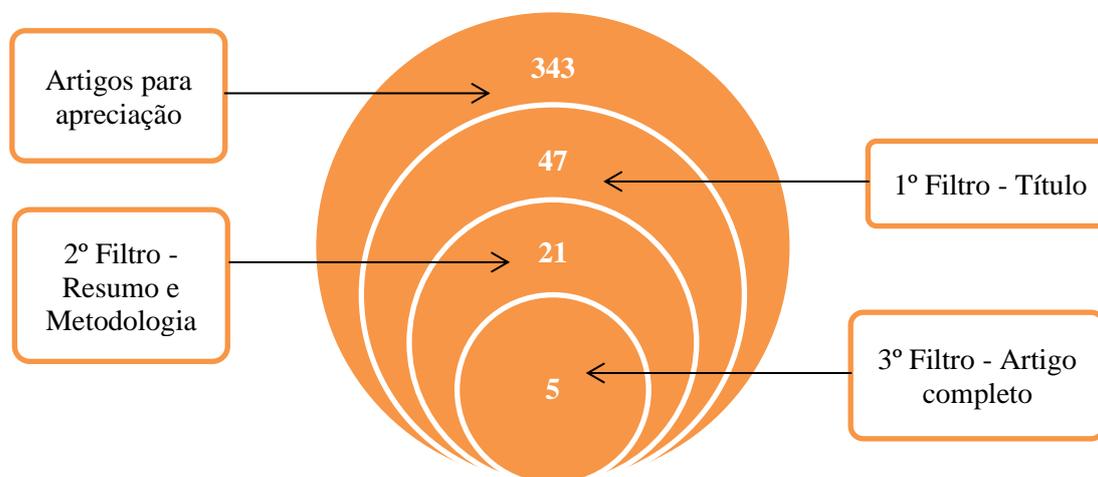


Figura 2. Processo de triagem dos estudos selecionados.
Fonte: Autores, 2021.

Extração de dados

Os aspectos de maior relevância dos artigos selecionados foram extraídos e dispostos no Quadro 1. Para auxiliar na análise e discussão dos resultados, os artigos receberam codificação de A1 a A5.

Quadro 1. Aspectos relevantes dos estudos selecionados.

Extração dos dados				
ID	Resíduo utilizado	Produto elaborado	Análise realizada	Referência
A1	farinha das cascas e sementes	Bolo	análise sensorial	LIMA et al., (7)
A2	farinha das cascas e sementes	Barra de cereais	análise sensorial, composição centesimal e teor de vitamina C	RESSUTTE et al., (8)
A3	farinha das cascas e sementes	<i>Cookies</i>	análises microbiológicas e análise sensorial	MONTEIRO et al., (9)
A4	Cascas e sementes	<i>Shake</i>	análises químicas e físico-químicas, Análise microbiológica, Análise sensorial	SOARES et al., (10)
A5	Farinha das cascas e sementes	Licor tipo creme	Análise sensorial	FEITOSA et al., (11)

Fonte: Autores, 2021.

Análise dos resultados

Entre os estudos selecionados e analisados, 2 publicações pertencem aos Periódicos Capes e 3 ao Google Acadêmico. Os 5 artigos encontrados são de língua portuguesa. No que diz respeito ao tipo de estudo, todos os artigos eram experimentais e quantitativos. Os principais achados dos artigos selecionados estão apresentados a seguir.

No estudo identificado como A1, utilizou-se a farinha elaborada a partir da secagem e trituração do bagaço de acerola para as formulações de 25% e 50% da farinha do bagaço da acerola na elaboração de bolos, com substituição também do leite pela polpa. A análise sensorial de aceitabilidade das duas formulações de bolos foi realizada analisando-se os atributos cor, textura, aroma e aspecto geral das amostras 1 (50% de farinha de acerola) e 2 (25% de farinha de acerola). Como resultado de avaliação da cor, em cada nível da escala hedônica, obteve-se percentuais de 58% e 66%, respectivamente,

para as amostras 1 e 2, apresentando uma maior frequência de resposta nos níveis 7, 8 e 9, e atingindo os níveis mais elevados da categoria “gostar”, o que caracteriza boa aceitação da cor nas duas amostras. O mesmo ocorreu com o atributo aroma, sendo 62% de percentual de respostas para 1 e 58% para 2. Na aceitabilidade da textura, as amostras 1 e 2 obtiveram maior frequência aos níveis 7, 8 e 9 da escala hedônica, totalizando 64% das respostas em cada amostra, nos níveis mais altos da categoria “gostei”. Na avaliação de aceitação geral, as amostras 1 e 2 também obtiveram maior frequência aos três maiores níveis das categorias “gostei” 7, 8 e 9, com 66% e 70% das respostas respectivamente. Ambas as amostras obtiveram um bom índice de aceitação e os níveis alcançados tiveram semelhanças (7).

No artigo identificado como A2 foi estudado a produção de três formulações de barra de cereais contendo concentrações diferentes de farinha de acerola identificadas como A (4,48%), B (8,58%) e C (12,33%) que foram elaboradas com base em testes preliminares realizados em laboratório. Em relação ao sabor a amostra C (12,33%) apresentou diferença significativa das demais, com maior índice de aceitabilidade ($p < 0,05$). O aumento da concentração da farinha mostrou-se favorável nesse quesito. Para o aroma e textura, as amostras não apresentaram diferença significativa entre si, ($p < 0,05$), mostrando que o aumento da concentração da farinha de resíduo de acerola não influenciou nesses parâmetros. No atributo aparência global, houve diferença significativa entre a amostra A e B ($p < 0,05$), mas a formulação B foi mais fácil de ser manuseada durante o processamento, sendo esta escolhida para a análise de composição centesimal e teor de vitamina C. De modo geral, as barras de cereais apresentaram uma boa aceitação. As análises de composição centesimal e teor de vitamina C foram realizadas na formulação B, amostra adicionada de 8,58% de farinha de acerola e pode ser considerada uma boa fonte de proteínas (6,39 g/100) e vitamina C (40,72 g/100), podendo ser consumida como alimento funcional (8).

No artigo apresentado como A3, foi elaborada uma formulação de cookie, potencialmente funcional, com a substituição de 25%, da farinha de trigo, pela farinha do bagaço de acerola, na formulação. As análises microbiológicas apresentaram resultados positivos: para coliformes totais, foi menor que 10 NMP/g, ausência para bolores, e para coliformes a 45°C, houve ausência de crescimento. Os atributos sensoriais aparência global, cor, aroma, doçura e sabor ficaram com as médias de aceitação situadas entre 7 (gostei moderadamente) e 8 (gostei muito). Apesar da farinha do resíduo de acerola não ser um produto ainda comercialmente disponível, verificou-se que os índices de aceitação do *cookie*, elaborado com a farinha do bagaço de acerola, foram próximos a nota máxima da escala. Dentre os atributos sensoriais estudados, a textura foi o que apresentou menor média de aceitação (6,7 – sendo a nota 6, gostei ligeiramente, e a nota 7, gostei moderadamente). Todos os resultados obtidos para os atributos sensoriais influenciaram, positivamente, na intenção de compra, cuja média situou-se entre 4 (provavelmente compraria) e 5 (certamente compraria). Esses resultados indicam que caso os *cookies* constituídos de farinha de bagaço de acerola fossem disponibilizados para venda, eles seriam bem aceitos (9).

No estudo identificado como A4, foram utilizados resíduos de acerola (*Malpighia emarginata*), banana (*Musa sp.*), goiaba (*Psidium guajava*), laranja (*Citrus sinensis*), limão (*Citrus slatifolia*), manga (*Mangifera indica*), maracujá (*Passiflora edulis*) e

tangerina (*Citrus reticulata*). A formulação básica do *shake* foi elaborada com ácido cítrico (1,12%), maltodextrina (2,87%), leite em pó desnatado (65,44%), açúcar comercial (17,22%), carboximetilcelulose (1,72%), pectina (2,30%) e cacau em pó (10,33%). À esta formulação básica foram adicionados diferentes tipos de resíduos, sendo, desta forma, elaboradas seis formulações de *shake* (F1, F2, F3, F4, F5 e F6). Os dados obtidos apontaram elevados teores de sólidos solúveis nos resíduos analisados, com destaque para a manga com 60,42° Brix e a acerola 42,18° Brix. Este resultado, juntamente com os resultados da acidez titulável nos traz informação sobre o estágio de maturação dos frutos analisados. Os baixos valores de acidez titulável estão coerentes com o pH elevado das diferentes formulações. Vale ressaltar, que parte da acidez obtida nas formulações foi em decorrência da adição do ácido cítrico na formulação das mesmas. A formulação F3 (elaborada com os resíduos de acerola e limão) foi a única que se apresentou como ácida, o que ocorreu devido às duas frutas que foram utilizadas em sua formulação serem bastante ácidas. As maiores notas obtidas na análise sensorial foram referentes às formulações que foram servidas à praticantes de esportes, banana com goiaba e manga com limão (F5 e F6), que é o público mais acostumado a consumir este tipo de produto. Os resíduos das frutas utilizadas na elaboração das diferentes formulações do *shake*, foram favoráveis para a obtenção de um *shake* com qualidade nutricional (bons valores de ácido ascórbico e baixo teor de lipídeos) e podem ser inseridos no mercado. (10).

No estudo apontado como A5, foram elaborados licores tipo creme com resíduos de acerola, abacaxi, manga, goiaba e graviola provenientes da agroindústria de polpa de frutas. Foram medidos os valores médios obtidos dos parâmetros físicos e químicos no licor de acerola (L2): açúcares totais e teor alcoólico. O licor de acerola apresentou o menor teor alcoólico (15,12%), o que pode estar associado a capacidade de retenção do álcool durante a maceração. Quanto a correlação de pH e acidez total nos licores tipo creme, observou-se uma faixa de pH entre 3,40 e 4,40, o que indica uma condição limitante para a multiplicação de microrganismos patogênicos e deteriorantes. A baixa acidez total dos produtos pode estar relacionada a concentração reduzida de ácidos orgânicos nos resíduos agroindustriais ou a sua volatilização durante o processamento. Nos valores médios da caracterização em base úmida, o licor de acerola apresentou o menor teor, com 50,2 °Brix. Quanto ao teor de resíduo mineral, os licores tipo creme de abacaxi, acerola e graviola não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Possivelmente, as concentrações de minerais encontradas nos produtos tenham migrado dos resíduos agroindustriais durante o processo de maceração alcoólica. A atividade de água dos licores atingiu uma faixa de variação entre 0,815 e 0,865, sem diferença significativa entre as bebidas ($p < 0,05$). A baixa atividade de água associada ao baixo pH, teor alcoólico e concentração de sólidos tende a limitar a multiplicação de microrganismos e favorecer a conservação desses produtos. Observou-se um maior conteúdo de antocianinas nos licores de acerola (4,86 mg/100 g) e manga (5,38 mg/100 g), não ocorrendo diferença significativa entre si ($p < 0,05$). O teor de flavonoides foi superior principalmente no licor de acerola, com 40,72 mg/100 g, indicando diferença significativa ($p < 0,05$) entre os licores. Os licores tipo creme elaborados com resíduos da indústria de polpas de frutas apresentaram pelos provadores boa aceitação sensorial na maioria dos atributos (11).

CONCLUSÕES

A elaboração de produtos alimentícios com os resíduos da acerola trará benefícios aos consumidores, agregando valor nutricional, visando o aproveitamento integral dos alimentos, podendo levar a produção de novas formulações com baixo custo. Ao passo que a elaboração da farinha mostrou-se como uma alternativa apropriada para o aproveitamento integral da acerola.

Sugere-se para estudos posteriores o aprimoramento das formulações, a fim de se obter produtos com maiores aceitações, vislumbrando o aumento do potencial de comercialização dos alimentos.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus Limoeiro do Norte* pelo apoio na realização do estudo.

REFERÊNCIAS

1. EMBRAPA. Ciência que Transforma: Resultados e Impactos Positivos da Pesquisa Agropecuária na Economia, no Meio Ambiente e na Mesa do Brasileiro [Internet]. 2020 [acessado em 02 de Set 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/agroindustria>.
2. Silva IG da, Andrade APC de, Silva LMR da, Gomes DS. Elaboração e análise sensorial de biscoito tipo cookie feito a partir da farinha do caroço de abacate. *Brazilian Journal of Food Technology* [Internet]. 2019, v. 22 [Acessado 13 Ago 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.20918>.
3. Storck CR, Basso C, Favarin FR, Rodrigues AC. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. *Brazilian Journal of Food Technology* [Internet]. 2015, v. 18, n. 4 [Acessado 10 Ago 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.1615>.
4. Reis DS, Figueiredo Neto A, Ferraz A de V, Freitas ST de. Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas. *Brazilian Journal of Food Technology* [Internet]. 2017, v. 20, n. 00 [Acessado 6 Jul 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.8315>.
5. Storck CR, Nunes GL, Oliveira BB de, Basso C. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. *Ciência Rural* [Internet]. 2013, v. 43, n. 3 [Acessado 10 Jul 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000300027>.
6. Biolchini JCA, Mian PG, Natali ACC, Conte TU, Travassos GH. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. *Advanced Engineering Informatics*. 2007; 21:133-151.

7. Lima CE, Sousa MC, Penha MFA. Aproveitamento integral da acerola na formulação de bolos [Internet]. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Alimentação: A árvore que Sustenta a Vida; 2016; Gramado, RS. [citado em 2021 out 11]. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/>.
8. Ressute JB, Chavante AR, Couto JMF de A, Belluco CZ, Nascimento MG, Scapim MRS. Barra de cereais de resíduo de acerola isenta de glúten [Internet]. Anais do XI Encontro Internacional de Produção Científica; 2019; Maringá, PR. [citado em 2021 out 19]. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/3274>.
9. Monteiro SA, Barbosa MM, Bezerra R, Maia K da S. Preparação, avaliação microbiológica e sensorial de biscoitos feitos com bagaço de acerola (Malpighia emarginata). RSD [Internet]. 2020, v. 9, n. 11 [Acessado em 10 Jul 2021]. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9605>.
10. Soares DJ, Moura Neto LG de, Freitas Junior EM de, Alves VR, Costa ZRT, Silva EM da, Nascimento ADP do. Desenvolvimento e caracterização de uma bebida batida produzida a partir de resíduos de frutas tropicais. RSD [Internet]. 21 de março de 2020 [acessado em 3 Jul 2021]; 9 (4): e140942986. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2986>.
11. Feitosa BF, Oliveira ENA de, Oliveira Neto JO de, Farias AMT, Feitosa RM. Processamento de licores tipo creme como alternativa para o aproveitamento de resíduos agroindustriais. Rev Bras Gest Amb Sustent. [Internet]. 2020 Ago [citado em 2021 out 8]; 7(16): 995-1010. Disponível em: [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)071633](https://doi.org/10.21438/rbgas(2020)071633).

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-28>

Capítulo 28

PRODUÇÃO DE POLIHIDROXIBUTIRATO (PHB) POR BACTÉRIAS A PARTIR DE COPRODUTOS E RESÍDUOS DA INDÚSTRIA AGROALIMENTAR

Layra Terezinha Rodrigues Souza¹; Belkis Chalup Silveira Roesler²; Carlos André Veiga Burkert³

¹Estudante do Curso de Engenharia Química – EQA – FURG; E-mail: layrarsouza@gmail.com, ²Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos;

³Docente/pesquisador da Escola de Química e Alimentos - EQA – FURG. E-mail: burkert@furg.br

Resumo: Há décadas que os polímeros produzidos por micro-organismos são foco de diversas investigações científicas por constituírem potenciais substitutos para materiais sintéticos pouco sustentáveis. Neste cenário, o polihidroxibutirato (PHB), um biopolímero bacteriano com propriedades termoplásticas, tem se destacado devido à sua total biodegradabilidade na natureza. Suas características de resistência à umidade, gases e gorduras, além da atoxicidade e biocompatibilidade, implicam em grande potencial para sua utilização na indústria, de forma a substituir polímeros convencionais que, além de terem o petróleo como matéria prima, um material fóssil não renovável, permanecem inertes na natureza após se tornarem obsoletos, trazendo assim, impactos negativos ao meio ambiente. Entretanto, um aspecto a ser considerado para a viabilidade econômica deste biopolímero é a redução dos custos dos meios de cultivo, em que a substituição das fontes de carbono comumente usadas por coprodutos ou resíduos agroindustriais pode ser atrativa. Neste contexto, o presente artigo apresenta uma revisão sobre estudos que têm sido desenvolvidos para avaliar a utilização tanto de resíduos quanto coprodutos da indústria agroalimentar como matéria prima na produção do PHB, agregando valor aos mesmos.

Palavras-chave: biopolímeros; resíduos agroindustriais; bactérias diazotróficas; bioprocessos; produção sustentável.

INTRODUÇÃO

O polihidroxibutirato (PHB) é um biopolímero bacteriano da família dos polihidroxialcanoatos (PHA), poliésteres termoplásticos que podem ser sintetizados por diversos micro-organismos a partir de substratos orgânicos, e que possuem a característica de serem materiais intracelulares, sendo então necessário um processo de rompimento celular para que sejam liberados para o meio (1).

Tratando-se de um material cuja estrutura macromolecular é constituída por unidades monoméricas de quatro átomos de carbono (2), o PHB é um biopolímero biodegradável que apresenta similaridades com alguns plásticos convencionais (3), além de ser biocompatível, podendo assim ser utilizado até mesmo em produtos da área da saúde (4). Entretanto, mesmo que, quando recém produzido, apresente comportamento de um material dúctil, isto é, capacidade de se deformar sob ação de uma quantidade significativa de forças mecânicas sem sofrer rompimento, após passar pelo processo de envelhecimento torna-se mais frágil, rompendo-se mais facilmente quando submetido a forças mecânicas (5).

O interesse do ponto de vista industrial em torno do PHB dá-se devido a seu potencial de substituir alguns plásticos convencionais amplamente produzidos na indústria a partir do petróleo (6), por possuir propriedades termoplásticas semelhantes, principalmente às do polipropileno (7). Essa substituição se mostra potencialmente benéfica para o meio ambiente, pois mesmo esses polímeros sintéticos derivados do petróleo sendo de baixo custo, sua persistência no meio ambiente traz impactos significativamente negativos ao planeta (8). Desta forma, o PHB se mostra vantajoso não só por reduzir a dependência da humanidade dos materiais não renováveis, mas também por sua biodegradabilidade, sendo que, dentre os diversos tipos de plásticos biodegradáveis que existem, o PHB se destaca por ser o único que apresenta 100% de biodegradabilidade na natureza (9).

Atualmente, o maior empecilho para a produção extensiva do PHB é o seu alto custo comparado a polímeros sintéticos que tem como matéria prima o petróleo (10). Diversos fatores influenciam nesse custo, dentre eles o custo dos meios de produção. Uma possível alternativa é a substituição dos substratos tradicionalmente utilizados nos meios de cultivo por fontes de carbono oriundas da indústria agroalimentar, como material residual e/ou coprodutos (11)

Neste contexto, este artigo de revisão propõe abordar a produção de PHB por bactérias, com ênfase no uso de coprodutos e resíduos da indústria agroalimentar.

PHB: ESTRUTURA E PROPRIEDADES

O PHB é um biopolímero que se diferencia do restante dos PHA devido a um substituinte metil (CH_3) (12), o que confere à substância sua característica hidrofóbica. Ele também apresenta barreira resistente à água e gases (3). Sua temperatura de fusão é em torno de $175\text{ }^\circ\text{C}$ a $180\text{ }^\circ\text{C}$ (12) e, quanto à sua estrutura, o PHB é considerado semicristalino, pois possui em sua longa cadeia polimérica uma fase cristalina e uma fase amorfa (13).

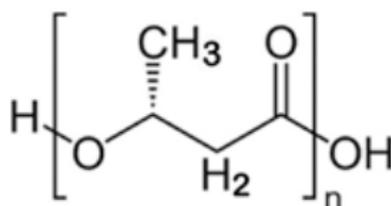


Figura 1 – Estrutura química do poli-3-hidroxi-butarato (PHB)
Fonte: Reusch (14)

Sendo um poliéster alifático (12) com propriedades significativamente semelhantes às encontradas em polímeros sintéticos, o PHB possui uma alta resistência à umidade e gordura e é pouco permeável (3). Em contrapartida, propriedades mecânicas causadas principalmente por alterações estruturais em seu processo de cristalização e envelhecimento fazem do PHB um biopolímero quebradiço e de baixa resistência a impactos (5). Além disso, o PHB apresenta uma baixa estabilidade térmica, iniciando um processo de degradação a partir de 170 °C, temperatura essa bastante próxima à sua temperatura de fusão. Para contornar esses problemas, são mencionadas na literatura algumas alternativas e, dentre elas, se destacam o uso de blendas e também a obtenção de copolímeros a partir do homopolímero (3).

Além das propriedades semelhantes às dos plásticos sintéticos convencionais e de sua completa biodegradabilidade na natureza, o PHB se destaca também por ser um material atóxico, que interage satisfatoriamente com o ambiente fisiológico em que estiver inserido. Há, inclusive, uma forma de PHB presente na corrente sanguínea humana, e ele também tem como produto de degradação um metabólito comum aos seres vivos, o ácido 3-hidroxi-butírico (4).

Devido às características citadas, o PHB possui potencial para uma variada gama de aplicações, como por exemplo o encapsulamento de medicamentos farmacológicos para liberação controlada, isto é, medicamentos que são liberados no organismo de forma gradativa (15); a produção de itens descartáveis, como filmes, embalagens e sacolas plásticas (3); o encapsulamento de fertilizantes agrícolas (16); a produção de suturas e curativos biomédicos e até mesmo tecidos para implantes, válvulas cardíacas e pinos; dentre outras aplicações (17).

BACTÉRIAS PRODUTORAS DE PHB

Há uma ampla gama de bactérias produtoras de PHB. Algumas mencionadas na literatura para a produção desse biopolímero são *Rhizobium tropici* (18), *Lactobacillus acidophilus* (19), *Klebsiella pneumoniae* (1), *Paraburkholderia sacchari* (20), *Cupriavidus necator* (21), *Burkholderia cepacia* (22), *Ralstonia eutropha* (23), dentre outras.

Dentre estas, as bactérias pertencentes à família *Rhizobiaceae* podem ser consideradas como uma emergente fonte produtora de biomoléculas de interesse industrial. As bactérias desta família são representantes simbióticos de bactérias diazotróficas, responsáveis pela conversão do nitrogênio atmosférico (N₂) para amônia (NH₄), através do processo de Fixação Biológica do Nitrogênio. Bactérias conhecidas como “rizóbios” constituem um exemplo de bactérias diazotróficas simbióticas e abrangem diversos gêneros como *Rhizobium*, *Neorhizobium*, *Allorhizobium*, *Agrobacterium*, *Ensifer*, *Shinella* e *Ciceribacter* (6, 12).

PRODUÇÃO DE PHB COM RESÍDUOS DA INDÚSTRIA AGROALIMENTAR

Há algum tempo que a principal fonte de carbono na produção de PHB são a glicose e a sacarose (24), substâncias de custo consideravelmente alto e que possuem

como principal destino a indústria alimentícia, o que torna seu uso para a produção do biopolímero um destino secundário e pouco sustentável (20). Uma alternativa para a redução dos custos de sua produção é a escolha de coprodutos ou resíduos da própria indústria agroalimentar como matéria prima na produção (9). Na literatura, encontram-se diversos estudos abordando a eficiência de produção e acúmulo deste biopolímero nas células, por diferentes cepas bacterianas, utilizando variados tipos de substratos.

Hamieh e colaboradores (19) estudaram a utilização de soro de queijo e melaço de tâmaras, avaliando a produção por cinco bactérias isoladas, em cinco meios de cultivo diferentes. Os melhores resultados foram observados com a bactéria *Lactobacillus acidophilus* (0,412 g/50 mL), seguida por *Bacillus thurnigiensis* (0,367 g/50 mL) nas mesmas condições de cultivo, sendo o meio preparado com melaço de tâmaras dissolvido a 50 g/L em caldo nutriente, com 3 mL de inóculo e 50 mL de cultura, por um tempo de 4 dias, sob agitação, com temperatura de 37 °C. Além disso, foi analisado o cultivo em regime alimentado que, comparado ao cultivo em regime fechado, mostrou 27,5% de aumento na produção do PHB.

Getachew e coautores (9) analisaram a produção do PHB por mais de 50 cepas bacterianas, a maioria pertencente ao gênero *Bacillus*, a partir de bagaço de cana de açúcar, espigas de milho, *Eragrostis teff* e casca de banana. Cada cepa foi cultivada duas vezes em caldo nutritivo, sendo 1 mL de cada cultura cultivada por 24 h, e inoculado em 100 mL de meio preparado com cada resíduo, incubando a 37 °C e 150 rpm por 48 h. Então os cultivos foram centrifugados a 10.000 rpm por 5 min e, após descartado o sobrenadante, foram tratados com hipoclorito de sódio, mistura que foi incubada a 30 °C por 2 h. Cada mistura foi centrifugada a 5.000 rpm por 15 min e lavada com água destilada, acetona e metanol, respectivamente. Após este processo, para finalizar a extração, os sedimentos foram dissolvidos cada um em 5 mL de clorofórmio em ebulição, e as soluções foram depositadas e evaporadas em bandejas de vidro estéril mantidas a 4 °C. Os autores concluíram que, dentre os materiais residuais utilizados como substrato, o bagaço da cana se mostrou o mais vantajoso (56% m/m), seguido da espiga de milho (52% m/m). Além disso, foi observado que a casca de banana não contribuiu significativamente para a produção do biopolímero (29,92 m/m), apesar de ter proporcionado um bom crescimento bacteriano.

Berekaa e colaboradores (26) realizaram um estudo sobre a produção melhorada de PHB em batelada alimentada pela bactéria *Bacillus megaterium*, aplicando um planejamento experimental, tendo como fonte de carbono resíduos agroindustriais, principalmente o xarope de tâmaras e o melaço de cana-de-açúcar. O cultivo foi feito em *Erlenmeyer* de 250 mL contendo 50 mL de caldo nutriente, incubado a 37 °C por 24 h ou 48 h, sob agitação de 150 rpm. Essa cultura (1,5%) foi utilizada para inocular o meio. O cultivo foi realizado em batelada alimentada usando xarope de tâmara (15 g/L) sob duas estratégias: uma com alimentação após os intervalos de 24 h e 60 h e a segunda após 48 h e 84 h. A extração de PHB foi realizada a partir do método do hipoclorito e os resultados demonstraram que, após 48 h, aproximadamente 1,65 g/L foram acumulados no cultivo com xarope de tâmaras, enquanto aproximadamente 0,75 g/L foram acumulados no cultivo com melaço de cana de açúcar. Além disso, foi observado que, para o meio contendo xarope de tâmaras, foram obtidas maiores taxas de acúmulo de PHB quando este meio estava em baixa concentração, mas o contrário ocorreu para o meio de melaço de cana-de-açúcar.

Dalsasso e coautores (21) utilizaram melaço e vinhaça oriundos da indústria sucroalcooleira para a produção de PHB, tendo sido o melaço a base do substrato e a

vinhaça um complemento para que fosse analisada a influência da presença dos ácidos acético e láctico no crescimento bacteriano. A bactéria utilizada para o cultivo foi *Cupriavidus necator*. O cultivo foi realizado em biorreator com capacidade de 4 L, operado na temperatura de 35°C, velocidade de agitação 450 rpm e taxa de fluxo de ar 0,125 vvm, com concentração de oxigênio dissolvido controlada a um valor superior a 40% de saturação. Os resultados mostraram uma taxa de produção mais alta do PHB no cultivo com melaço adicionado de vinhaça, no qual os valores chegaram a 0,42 g/L*h e 0,34 g/L*h em 11,5 h e 16 h, respectivamente. Já no acúmulo do PHB, a presença da vinhaça não mostrou impacto significativo, tendo atingido valores em torno de 58% (m/m).

Valdez-Calderon e colaboradores (1) realizaram um estudo de produção de PHB com a bactéria *Klebsiella pneumoniae* em cinco meios preparados de extratos aquosos de cascas de frutas como fonte de carbono, mais especificamente resíduos de casca de banana, laranja, mamão, melancia e melão, comparando com os resultados obtidos pela mesma bactéria em dois meios sintéticos, CRN (sigla em inglês para *Carbon-Rich Nutrient*) e caldo nutriente. O pré-inóculo foi preparado a partir de placas de Petri recém cultivadas no meio CRN, em frascos de 125 mL contendo 10 mL de meio cada, a 30 °C e 150 rpm. Após 24 h de crescimento, o cultivo com 1×10^6 unidades formadoras de colônias (UFC) foi usado para inocular frascos de 125 mL contendo 50 mL do mesmo meio do inóculo e incubados por 72 h nas mesmas condições de pré-inoculação. Os meios foram previamente preparados seguindo o protocolo de patente N° 3895 apresentado no Instituto Mexicano de Propriedade Industrial (IMPI) por Rivas-Castillo e colaboradores, sendo cultivados em tubos de 25 mL contendo 15 mL de cada meio à base de resíduo de fruta. Como resultados, em relação a concentração e rendimento de produção, os meios sintéticos e contendo resíduos foram semelhantes, assim como o crescimento do micro-organismo, que foi bem-sucedido em todos os meios, tendo obtido a maior taxa de crescimento no meio sintético CRN, seguido do meio de casca de banana e depois o de casca de laranja. No entanto, os resultados obtidos para o acúmulo do PHB nas células foram diferentes, sendo a maior taxa de acúmulo observada no meio de casca de melancia ($8,4 \times 10^{-10}$ g/UFC), seguida do meio de casca de melão e do meio de casca de mamão. Segundo os autores, o meio de casca de melancia apresentou um aumento no acúmulo de quase 3 vezes comparado aos meios sintéticos.

Sayed e coautores (27) analisaram a produção do PHB com as bactérias *Alcaligenes faecalis* e *Pseudomonas* sp. utilizando resíduos agroindustriais e também alguns óleos vegetais brutos como fontes de carbono. Os cultivos foram realizados separadamente para cada bactéria, testando diferentes composições e concentrações de meio preparado com resíduos ou óleos vegetais, a 30 °C, sob agitação de 120 rpm, por 48 h. Quanto à produção a partir de resíduos agroindustriais, foi observado que a bactéria *A. faecalis* teve os melhores resultados em meio preparado com resíduos de milho, palha de arroz e palha de trigo, com 5,21 g/L, ou seja, 541,46 µg de PHB/mg de massa celular; e a bactéria *Pseudomonas* sp. mostrou os melhores resultados quando cultivada em meio preparado de palha de arroz, com 4,31 g/L, ou seja, 379,98 µg de PHB/mg de massa celular. Em um comparativo, *A. faecalis* não demonstrou grande crescimento, mas produziu a maior quantidade do biopolímero, ao contrário da *Pseudomonas* sp., que mostrou um alto crescimento, mas produziu uma quantidade menor de PHB. Quanto à produção a partir de óleos vegetais brutos, os melhores resultados foram observados, tanto para *A. faecalis* como para *Pseudomonas* sp., em meio preparado com óleo de gergelim,

com 5,92 g/L (369,98 µg de PHB/mg de massa celular) e 5,58 g/L (333,33 µg de PHB/mg de massa celular), respectivamente.

CONCLUSÕES

Na busca da redução dos custos de biopolímeros a fim de tornar sua produção em escala comercial viável e economicamente vantajosa, em relação aos polímeros convencionais prejudiciais ao meio ambiente, tem sido proposta a utilização de fontes de carbono oriundas de coprodutos e resíduos agroindustriais como substrato para a sua biossíntese. Esse é o caso do PHB, biopolímero de interesse tecnológico por ser atóxico, biodegradável, com propriedades termoplásticas e características semelhantes às do polipropileno. Neste contexto, foi possível observar que a utilização de coprodutos e resíduos da indústria agroalimentar como fonte de carbono na formulação de meios de cultivo para produção de PHB por diferentes micro-organismos constitui uma alternativa potencialmente atrativa para substituição dos meios sintéticos comumente utilizados, não apenas por reduzir os custos da produção desse importante biopolímero, mas também por agregar valor a esses materiais.

REFERÊNCIAS

1. Valdez-Calderón A, Barraza-Salas M, Quezada-Cruz M, Islas-Ponce M A, Angeles-Carrillo A F, Carrillo-Ibarra S, Rodríguez M, Rojas-Avelizapa N G, Garrido-Hernández A, Rivas-Castillo A M. Production of polyhydroxybutyrate (PHB) by a novel *Klebsiella pneumoniae* strain using low-cost media from fruit peel residues. Biomass Convers Biorefin. 2020.
2. Silva L F, Gomez J G C, Rocha R C S, Taciro M K, Pradella J G C. Produção biotecnológica de poli-hidroxialcanoatos para a geração de polímeros biodegradáveis no Brasil. Quim Nova. 2007; 30: 1732-1743.
3. Casarin S A, Agnelli J A M, Malmonge S M, Rosário F. Blendas PHB/copolíésteres biodegradáveis – biodegradação em solo. Polímeros. 2013; 23:115-122.
4. Doyle V, Pearson R, Lee D, Wolowacz S, Mc Taggart S. An investigation of the growth of human dermal fibroblasts on poly-L-lactic acid in vitro. J Mater Sci Mater Med. 1996; 7: 381-385.
5. Koning G J M, Lemstra P J, Hill D J T, Carswell T G, O'Donnell J H. Ageing phenomena in bacterial poly[(R)-3-hydroxybutyrate]. 1. A study on the mobility in poly[(R)-3-hydroxybutyrate] powders by monitoring the radical decay with temperature after gamma-radiolysis at 77 K. Polymer. 1992; 33:3295-3297.
6. Braunegg G, Lefebvre G, Genser K F. Polyhydroxyalkanoates, biopolyesters from renewable resources: physiological and engineering aspects. J Biotechnol. 1998; 65: 127-161.
7. Mousavion P, George G A, Doherty W O S. Environmental degradation of

- lignin/poly(hydroxybutyrate) blends. *Polym Degrad Stab.* 2012; 97: 1114-1122.
8. Verlinden R A J, Hill D J, Kenward M A, Williams C D, Radecka I. Bacterial synthesis of biodegradable polyhydroxyalkanoates. *J Appl Microbiol.* 2007; 102: 1437-1449.
 9. Getachew A, Woldesenbet F. Production of biodegradable plastic by polyhydroxybutyrate (PHB) accumulating bacteria using low cost agricultural waste material. *BMC Res Notes.* 2016; 9: 509.
 10. Gurieff N, Lant P. Comparative life cycle assessment and financial analysis of mixed culture polyhydroxyalkanoate production. *Bioresour Technol.* 2007; 98: 3393-3403.
 11. Reis M A M, Serafim L S, Lemos P C, Ramos A M, Aguiar F R, Van Loosdrecht M C M. Production of polyhydroxyalkanoates by mixed microbial cultures. *Bioprocess Biosyst Eng.* 2003; 25: 377-385.
 12. Vroman I, Tighzert L. Biodegradable polymers. *Materials.* 2009; 2: 307-344
 13. Barham P J, Keller A, Otun E L, Holmes P A. Crystallization and morphology of a bacterial thermoplastic: poly-3-hydroxybutyrate. *J Mater Sci.* 1984, 19: 2781-2794.
 14. Reusch R N. Biogenesis of ion channels. *J Biochem Biophys.* 2014; 1: 101.
 15. Villanova J C O, Oréfice R L, Cunha A S. Aplicações farmacêuticas de polímeros. *Polímeros-Ciência e Tecnologia.* 2010; 20: 51-64.
 16. Kampeerappun P, Phanomkate N. Slow release fertilizer from core-shell electrospun fibers. *Chiang Mai J Sci.* 2013; 40: 775-782.
 17. Brigham C J, Sinskey A J. Applications of polyhydroxyalkanoates in the medical industry. *Int J Biotechnol Wellness Ind.* 2012; 1: 53-60.
 18. Leonel T F, Moretto C, Castellane T C L, Costa P I, Lemos E G M. The influence of copper and chromium ions on the production of exopolysaccharide and polyhydroxybutyrate by *Rhizobium tropici* LBMP-C01. *J Polym Environ.* 2019; 27: 445-455.
 19. Hamieh A, Olama Z, Holail H. Microbial production of polyhydroxybutyrate, a biodegradable plastic using agro-industrial waste products. *Glo Adv Res J Microbiol.* 2013; 2: 54-64.
 20. Dietrich K, Oliveira-Filho E R, Dumont M-J, Gomez J G C, Taciro M K, Silva L F, Orsat V, Del Rio L F. Increasing PHB production with an industrially scalable hardwood hydrolysate as a carbon source. *Ind Crops Prod.* 2020; 154: 112703.

21. Dalsasso R R, Pavan F A, Bordignon S E, Aragão G M F, Poletto P. Polyhydroxybutyrate (PHB) production by *Cupriavidus necator* from sugarcane vinasse and molasses as mixed substrate. *Process Biochem.* 2019; 85: 12-18.
22. Zain N F M, Paramasivam M, Tan J S, Lim V, Lee C K. Response surface methodology optimization of polyhydroxyalkanoate (PHA) production by *Burkholderia cepacia* BPT1213 using waste glycerol from palm oil based biodiesel production. *Biotechnol Prog.* 2020; 37: e3077.
23. Silverio M, Piccoli R, Reis J, Gomez J G, Baptista A. Technical-economical approach for PHB production by *Ralstonia eutropha* strain using concentrated vinasse as carbon source and other biotechnological applications. *Bioresour Bioprocess.* 2021.
24. Chen G. A microbial polyhydroxyalkanoates (PHA) based bio- and materials industry. *Chem Soc Rev.* 2009; 38: 2434-2446.
25. Berekaa M M, Al Issa A M. Enhanced production of polyhydroxybutyrate (PHB) from agro-industrial wastes; fed-batch cultivation and statistical media optimization. *J Microbiol Biotech Food Sci.* 2016; 5: 606-611.
26. Sayyed R Z, Shaikh S S, Wani S J, Rehman M T, Al Ajmi M F, Haque S, El Enshasy A. Production of biodegradable polymer from agro-wastes in *Alcaligenes* sp. and *Pseudomonas* sp. *Molecules.* 2021; 26: 2443.



**CONTROLE DE
QUALIDADE DE
ALIMENTOS**

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-29>

Capítulo 29

BEM-ESTAR ANIMAL NO ABATE HALAL DE FRANGOS: REVISÃO

Daniella Larissa Guimarães¹; Cleusely Matias de Souza²; Vera Lúcia Dias da Silva³; Karyne Oliveira Coelho⁴; Aracele Pinheiro Pales dos Santos⁵; Raphaella Barbosa Meirelles Bartoli⁶; Ariel Eurides Stella⁷

¹Estudante do Curso de Medicina Veterinária - CIAGRA – UFJ; E-mail: danilg@discente.ufg.br,

²Docente do Depto de Medicina Veterinária – CIAGRA – UFJ. E-mail: cleusely.souza@ufj.edu.br

³Docente do Depto de Medicina Veterinária – CIAGRA – UFJ. E-mail: veradias@ufj.edu.br

⁴Docente do Depto de Medicina Veterinária – UEG. E-mail: karyne.coelho@ueg.br

⁵Docente do Depto de Medicina Veterinária – UEG. E-mail: aracele.pales@ueg.br

⁶Docente do Depto de Medicina Veterinária – CIAGRA – UFJ. E-mail: Raphaella@ufj.edu.br

⁷Docente do Depto de Medicina Veterinária – CIAGRA – UFJ. E-mail: ariel_stella@ufg.br

Resumo: O Brasil tem feito alto investimento na avicultura de corte e se destaca mundialmente no setor. Cumprindo o padrão exigente de produção, o país se consagra como o maior exportador mundial de carne de frango Halal. A população muçulmana segue rigorosas leis de acordo com o islamismo, para o abate dos animais, e o frigorífico que pretende comercializar com esses países deve estar preparado para segui-las fielmente. É perceptível o cuidado cada vez maior da população em consumir um produto de origem animal que não proceda de maus tratos; com a população muçulmana não é diferente. Há a exigência de que os animais sejam tratados com respeito durante todo o processo de produção, da granja até o seu abate. Assim, o não cumprimento de princípios de Bem-Estar Animal na produção pode ser um impedimento comercial com a comunidade muçulmana. Este trabalho foi proposto com o objetivo de levantar a questão sobre o uso ou não da insensibilização no abate Halal de frangos dentro dos princípios de Bem-Estar Animal. Visto que parte da comunidade muçulmana concorda com o atordoamento e outra que prefere que não seja feito, são apontadas diferentes perspectivas sobre o assunto. Após o levantamento bibliográfico de diferentes pesquisadores foi concluído que é possível alcançar níveis aceitáveis de Bem-Estar Animal, mesmo sem uso de insensibilização. Mas salientando que, do ponto de vista do Bem-Estar Animal, sempre que aceita, a insensibilização deve ser preferencialmente utilizada.

Palavras-chave: abate religioso; bem-estar animal; insensibilização; muçulmano

INTRODUÇÃO

No ano de 2017, a população de muçulmanos alcançou o número de 1,8 bilhão de pessoas no mundo e, nesse mesmo ano, foram gastos 1,3 trilhão de dólares em produtos alimentícios de origem Halal (1). De acordo com (2) até 2050 os muçulmanos serão 30% da população mundial, alcançando um total de 2,8 bilhões de pessoas.

O mercado de produtos Halal tem participação de cerca de 16% de todo o comércio mundial e estima-se que em breve chegará à marca de 20%. A *DinarStandard Synthesis and Analysis*, empresa de pesquisa e análises, coloca o Brasil, a Argentina, a Índia, a Rússia e a França como os maiores exportadores de carne Halal para Organização para a Cooperação Islâmica (OCI) (1).

O crescimento substancial da comunidade muçulmana traz grandes oportunidades no mercado dos alimentos considerados “permitidos”, ou seja, dos alimentos Halal. Um dos grandes desafios desse mercado é atender toda a demanda por carne Halal, não somente em quantidade, mas em qualidade, seguindo todos os preceitos religiosos, mantendo a integridade e a certificação de que esse produto é integralmente Halal (2).

Além do desafio de manter o mercado abastecido, é preciso se atentar ao fato de os países compradores da carne Halal serem bastante exigentes quanto à procedência do produto, desde o nascimento, passando pela criação do animal, o abate e por todo o processo de industrialização (3).

O Alcorão, livro sagrado dos muçulmanos, deixa claro que todos os animais, incluindo os de produção que serão utilizados como fonte de alimento, devem ser tratados com respeito e humanidade, bem como terem acesso à água e comida (4). Já (5) salientaram que o islamismo não tolera nenhum tipo de crueldade animal no processo de produção e abate de carne Halal e que, por uma questão religiosa, a “qualidade espiritual” dessa carne é muito importante para o consumidor. Indo, pois, ao encontro da questão dos princípios de Bem-Estar Animal (BEA) serem respeitados durante todo o processo.

Em contrapartida aos preceitos religiosos que enquadram os alimentos permitidos (Halal), existe o que é proibido, o Haram. Na cultura muçulmana, não só carne e alimentos são considerados Haram ou Halal, como também cosméticos, vestimentas, ações. Haram seria qualquer ato ou coisa que trouxer prejuízo ao corpo ou à moral da pessoa.

Neste trabalho, somente o alimento “carne” será considerado, mas especificamente a carne de frango. Os objetivos deste trabalho são apresentar uma revisão de literatura sobre Bem-Estar Animal, explicar o Abate Halal em frangos e verificar se o uso ou não da insensibilização consegue alcançar níveis satisfatórios de Bem-Estar Animal no abate Halal de frangos.

TÓPICOS

BEM-ESTAR ANIMAL (BEA)

Os primeiros estudos sobre os princípios de Bem-Estar Animal (BEA) começaram em 1965 na Grã-Bretanha, no então denominado Comitê Brambell. Uma lei geral sobre o tema havia sido criada no ano de 1822, onde já considerava que os animais deveriam ser alimentados e hidratados antes do abate, e que fossem aplicados golpes na cabeça desse animal, para que ficasse inconsciente antes da sangria (6).

Segundo os mesmos autores, Ruth Harrison publicou, em 1964, o livro *Animal Machines*, denunciando maus tratos dos animais em confinamento. Profissionais e estudiosos ligados à pecuária e agricultura no Reino Unido iniciaram então um estudo mais aprofundado sobre BEA, principalmente em resposta à pressão popular, naquele momento indignada com as denúncias.

Ao longo dos anos, vários conceitos de BEA foram trazidos, mas até hoje, um dos mais utilizados é o de (7) que diz: “O estado de um indivíduo durante suas tentativas de se ajustar ao ambiente”. Já em (8) esse conceito está relacionado com a condição desse indivíduo em detrimento do ambiente onde ele se encontra e deve ser levado em

consideração as características da espécie animal em questão. De acordo com (9) é importante que, independentemente de qual seja a definição, três elementos devem ser incluídos: padrões normais de comportamento, perfeito funcionamento biológico e o estado emocional do animal.

O conceito de bem-estar, de acordo com (10), não tem um significado preciso, sendo necessário correlacionar com outros conceitos, como necessidades, liberdades, felicidade, adaptação, controle, capacidade de previsão, sentimentos, sofrimento, dor, ansiedade, medo, tédio, estresse e saúde.

É difícil mensurar e identificar as questões relacionadas ao bem-estar, pois algumas variáveis devem ser levadas em consideração. Assim, em 2009, o *Farm Animal Welfare Council* (FAWC) aprimorou o conceito das chamadas “Cinco liberdades” criadas pelo Comitê Brambell (6; 9). (11) citou que as cinco liberdades, difundidas internacionalmente, consistem basicamente no animal estar livre de sede, fome, desconforto, medo de dor ou doença e livre para expressar seu comportamento natural. Ademais, vai além, numa releitura dessas cinco liberdades, que coloca o animal como merecedor de uma vida que valha a pena ser vivida.

(12) trouxeram a atualização desse modelo criado em 1994, o qual foi sendo reformulado ao longo dos anos e agora leva em consideração não somente as funções biológicas que mantêm um animal vivo, mas também todas as suas interações com o ambiente, o ser humano e com outros animais, incorporando, assim, uma avaliação dos impactos positivos e negativos de todas essas interações. (13) enfatizaram que esse modelo de avaliação proposto por (12) ainda é difícil de ser aplicado na produção animal.

(14) afirmaram que a questão sobre BEA no Brasil começou mais como uma exigência da população sobre a qualidade e segurança do alimento que chegava à sua mesa. Assim o setor agropecuário criou um conjunto de “Boas Práticas”, que era mais ligado ao manejo de solo e uso indiscriminado de pesticidas. Somente na década de noventa que foram realmente estendidas as preocupações para questões sociais de trabalhadores rurais e Bem-Estar animal. Os autores destacam que, no Brasil, a importância dos princípios de BEA, em se tratando de animais de interesse zootécnico, encontra problemas quando são levantados pontos como ganhos financeiros, densidade de animal por área, ou até sentimentos dos animais.

De acordo com (9) e (6) a primeira lei no Brasil que se refere ao Bem-Estar animal data de 1934, pelo o DECRETO nº 24.645, que já estabelecia medidas de proteção aos animais. Nos anos subsequentes foram sendo criadas novas leis, assegurando o cumprimento dos princípios de BEA, como regulamentos técnicos e manuais de Boas Práticas sobre o assunto. Em 1952, pelo DECRETO nº 30.691, surgiu o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (RIISPOA), tendo normas para cada espécie animal, sendo a PORTARIA nº 210 de 10 novembro de 1998 referente ao Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. O RIISPOA atualmente em vigor foi regulamentado pelo DECRETO nº 9.013, de 29 de março de 2017 e sofreu algumas alterações pelo DECRETO nº 10.468, de 18 de agosto de 2020.

No ano de 2008, foi instituída a PORTARIA nº 185 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que nomeou a Comissão Técnica Permanente do MAPA, que passou então a ser responsável por estudos específicos de BEA para animais de pecuária. A primeira publicação feita pela Comissão foi a Instrução Normativa nº 56 de novembro de 2008, que estabelecia os procedimentos gerais de Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar para Animais de Produção e de Interesse Econômico (6, 15).

No ano de 2016 foi publicado a primeira versão do Protocolo de Bem-Estar para Frangos de Corte, pela ABPA. Para consolidação do projeto no Brasil foram consultados documentos similares de outros países, como o documento do Comitê Interamericano de Sanidade Avícola da Organização Mundial da Saúde Animal (OIE), assim como legislação brasileira, a exemplo, a Instrução Normativa nº3, de janeiro de 2000, que regulamenta o abate humanitário no Brasil (16).

(6) informaram que de acordo com o RIISPOA todos os frigoríficos e estabelecimentos de processamento de carnes são obrigados a seguir técnicas de BEA e proteção animal, e o não cumprimento dessas regras acarretam penalidades que vão de advertência até suspensão das atividades. É necessário que esses estabelecimentos garantam que os animais não sofram maus tratos na granja, embarque, transporte e abate.

Para efeitos de BEA o ideal é que o tempo de jejum das aves não ultrapasse 12h e que a distância entre a granja e o local de abate não leve mais que duas horas. Quanto maior o trajeto maior a chance de morte das aves. O ideal é que a distância seja o mais curta possível. Chegando ao frigorífico, as instalações do ambiente de espera dessas aves, devem ser cobertas, ter temperatura controlada com exaustores e ventiladores, assim como aspersores de água. É muito importante que as aves não permaneçam mais que duas horas nesses galpões de espera, e o estresse térmico deve ser evitado ao máximo (9).

Obedecendo a ordem de chegada dos caminhões ao frigorífico, para que não comprometa o tempo de espera e jejum, as aves seguem para o descarregamento das caixas. Cada caixa deve ser descarregada, seja de maneira manual ou motorizada, de forma suave, por colaboradores treinados. As caixas jamais devem ser arremessadas ou manipuladas de forma brusca a fim de respeitar a integridade das aves, assim como a dos colaboradores da empresa (17; 18).

As caixas seguem para pendura, que é considerado um momento crítico do ponto de vista de BEA, doloroso e estressante. Buscando mitigar os efeitos negativos desse ponto é necessário ter colaboradores bem treinados assim como equipamentos ajustados. A linha de abate deve estar na velocidade apropriada, devem ser utilizados ganchos de tamanhos adequados, baixa intensidade de luz ou uso da luz azul, uso do parapeito, e evitar ruídos desnecessários. A ave deve ser pendurada com uma perna em cada gancho. Recomenda-se que a ave não permaneça mais que 60s pendurada até chegar à cuba de insensibilização. Muita atenção deve ser dada a esta etapa, pois na hora da pendura a ave bate asas, fica agitada e pode, inclusive, cair da linha de pendura, trazendo prejuízos no que diz respeito ao BEA e também à qualidade da carcaça (17; 18).

(19) afirmou que, quando começou sua muito respeitada carreira na área de Bem-Estar Animal, teve que responder a várias perguntas, dentre elas, se o animal saberia que estaria indo para o abate. E seus estudos mostraram que níveis de cortisol eram de valores similares em rebanhos que se encontravam no abatedouro ou na fazenda e que o rebanho se comportava da mesma forma na linha da vacinação e na linha do abate. Ou seja, a agitação, os níveis de estresse, os barulhos emitidos são os mesmos, seja na fila do abate ou da vacinação. (19) deixou claro que, ao contrário do que se pensa, não é adquirindo os equipamentos mais caros e modernos que tem redução do estresse e melhora de índices de BEA. O que se faz realmente necessário é treinamento rigoroso de colaboradores, melhor supervisão, manejo e adequação de equipamentos já existentes.

É indiscutível o crescimento das publicações em torno do tema BEA e ainda assim é algo bem complexo, difícil de encontrar um ponto de partida. Fato que mostra a importância do bem-estar dos animais, durante pandemia de COVID-19, em 2020, nos

Estados Unidos, serviços de saúde animal foram considerados atividades essenciais e, portanto, poderiam permanecer abertos 24h (20).

ABATE HALAL

De acordo com o Centro de Divulgação do Islã para América Latina (21), em 2017, o mercado Halal movimentou por volta de 4,54 trilhões de dólares ao redor do mundo, com expectativa de alcançar a marca de 9,71 trilhões de dólares, em 2025. Acredita-se que hoje exista cerca de 1,8 bilhão de muçumanos e espera-se que esse número possa chegar a 2,2 bilhões até 2030. Os muçumanos são os principais consumidores do mercado Halal e prezam pela qualidade os seus produtos.

A palavra Haram, em árabe, quer dizer proibido e Halal, permitido. Assim, todos os produtos Halal são aqueles permitidos dentro da lei nos países islâmicos, não ficando restrito apenas a produtos alimentícios (21).

Consoante à ABPA, o Brasil é o líder mundial em exportações de proteína animal de origem Halal. Para produção desse tipo de alimento, o frigorífico deve receber certificação e seguir rigorosos critérios religiosos durante o abate (22). Esses preceitos religiosos e culturais que devem ser seguidos nos frigoríficos brasileiros são facilitados através de empresas certificadoras. (22). A FAMBRAS HALAL foi a primeira empresa certificadora Halal no Brasil e auxiliou na primeira exportação de frango Halal do país, no ano de 1979, com um volume de 650 toneladas (23).

O abate Halal é baseado na interpretação do Alcorão, livro sagrado dos muçumanos e na Suna, coletânea de ditos e ensinamentos do profeta Maomé. E, para que se atenda ao mercado, deve seguir rigorosos preceitos religiosos que começam no tratamento dado a esses animais já na granja. Os países compradores do frango Halal exigem que os animais recebam tratamento humanizado baseado nos preceitos de BEA. Tais animais devem ser bem tratados na granja e bem manejados no seu transporte, chegada no abatedouro e durante o abate. Qualquer tipo de crueldade animal é estritamente proibido pela *Sharia*, conjunto de leis islâmicas (24).

Para que o produto final seja considerado integralmente Halal, o abate deve obedecer fielmente aos critérios religiosos. O frango é um animal permitido para consumo dentro da religião islâmica. Tem que estar saudável e vivo no momento do abate. O sangrador deve ser muçulmano, mentalmente estável e ter consciência do ato praticado. Quando performando a sangria no frango, sangrador deve pronunciar “Deus é maior (*Allah Akbar*)” e “em nome de Allah (*Bismillah*)”. O peito do animal deve estar apontado para Meca no momento do abate. O processo de degola deve ser rápido, feito com uma faca bem afiada e, num só corte em meia lua, deve cortar esôfago, traqueia e veias jugulares. A cabeça não deve ser decepada e o sangue deve ser todo escoado antes de chegar na escaldagem. A presença de sangue na carcaça faz com que esse produto deixe de ser genuinamente Halal. (25; 22; 24; 23).

Antes da realização da degola, é feito insensibilização ou atordoamento, processo que consiste em deixar o animal inconsciente antes do abate, para que o mesmo não sinta dor. Esta é uma questão muito discutida dentro do abate Halal, de acordo com (1). Obviamente, não há menção sobre essa questão nos ensinamentos do Alcorão ou da Suna. O maior questionamento vindo da comunidade muçulmana é em relação ao animal, no momento da insensibilização, em vez de ficar apenas inconsciente, acabar morrendo. Isso faz com que o produto seja impróprio para consumo, uma vez que esse animal seria

degolado já estando morto. Algumas entidades muçulmanas acreditam que a insensibilização pode comprometer o escoamento de todo o sangue da carcaça, o que não há comprovação científica.

(26) trouxeram a visão do *Halal Monitoring Committee's* (HMC), entidade independente e sem fins lucrativos, sediada no Reino Unido, criada no intuito de assegurar que os produtos que chegam até os muçulmanos sejam genuinamente Halal. A HMC acredita ser impossível atestar a “halalidade” da carne depois da insensibilização, e que principalmente, no caso do abate de frango, é impossível atestar sua irreversibilidade. Também salienta que o atordoamento causa dor e sofrimento ao animal, não é realizado em função de BEA, e sim, para fins de lucro das indústrias, uma vez que possibilita abater os animais mais rapidamente.

INSENSIBILIZAÇÃO NO ABATE HALAL

Na legislação de vários países, as aves, assim como os mamíferos, no momento da sangria precisam ser insensibilizadas. A insensibilização se faz necessária para que o animal não sinta dor ou estresse no momento da degola. Uma insensibilização feita de forma correta faz com que esse animal se mantenha inconsciente até o momento de sua morte, que ocorrerá em virtude do sangramento (27).

No Brasil, a legislação que trata da insensibilização no abate humanizado é regulamentada pela IN nº3, de janeiro de 2000. Essa normativa preconiza o uso da insensibilização no abate e também faculta seu uso no abate com preceitos religiosos, como no Halal ou no Kosher (abate judaico), mas que sempre sejam respeitados os métodos de contenção (28).

De acordo com os preceitos religiosos do abate Halal, o animal deve estar vivo no momento da degola, e antes que a carcaça chegue à escaldagem, é necessário que todo o sangue seja escoado. O sangue é considerado Haram. (24). Assim (1), enfatizaram que, por essa razão, muitos mercados da carne Halal não aceitam que seja feita a insensibilização antes do abate. Os mesmos autores asseguraram que a população muçulmana se divide em três categorias: a parcela que aceita o abate com a insensibilização reversível; outra parcela que não aceita, por motivos religiosos e por acreditarem que não há o escoamento total de sangue, e por último, os indecisos. Uma pesquisa feita pela *English Beef and Lamb Executive* (EBLEX), na Inglaterra, mostrou que 76% dos muçulmanos entrevistados gostariam de ingerir carne oriunda de animais que não passaram por processo de insensibilização antes do abate.

(29) apontaram três dos principais problemas no abate sem a insensibilização prévia. O primeiro é no que diz respeito a maneira de como seria feita a contenção desse animal, o segundo, a intensidade da dor causada na hora da degola, visto que esse animal não pode estar previamente morto; e, terceiro, o estresse causado até a total perda de consciência. Esses problemas, de acordo com as autoras acima citadas, podem ser superados com treinamento de colaboradores, precisão na técnica do corte na sangria e ajuste de equipamentos para contenção eficaz desses animais.

Em alguns abatedouros Halal, que não fazem insensibilização, utilizam o sistema tradicional de pendura das aves pelas pernas. Esse método se mostra extremamente estressante, pois, após a degola, a ave permanece pendurada de forma livre na nória, podendo ser muito doloroso, uma vez que, são estimulados receptores de dor presentes nas pernas. Uma solução em que as aves experimentaríamos menos estresse seria

a utilização de “*restraining cones*” ou “cones de abate” na linha de abate (29). O cone de abate funciona muito bem na contenção. Ele sustenta todo o corpo da ave no momento da sangria, reduzindo o estresse, possíveis convulsões e evita que essa ave fique se debatendo, melhorando inclusive a qualidade da carcaça (2). É importante que as aves se mantenham inconscientes desde o momento da degola até a morte, por isso a necessidade de um sangrador bem treinado e faça bem afiada. A imprecisão no corte pode acarretar em uma sangria incompleta, trazendo prejuízo à carcaça ou a ave pode inclusive recobrar a consciência antes escaldagem ou depenagem (29).

O atordoamento por eletronarcose na cuba de água é o método de insensibilização mais usado no abate de todos os tipos de aves ao redor do mundo. Além de ser o mais comum, também é o mais barato. O mecanismo consiste em pendurar a ave, ainda consciente, pelas pernas. A ave segue pela nória até a cuba de água, onde eletrodos aplicam uma corrente elétrica numa magnitude que cause efeitos no cérebro e leve o animal a um estado de inconsciência. Dentre suas vantagens, a que mais chama a atenção, é a possibilidade de reversão, pois animal pode recobrar a consciência, quando retirado da linha de abate antes da sangria (27).

De acordo com (27) esse tipo de insensibilização apresenta quatro grandes problemas no que diz respeito aos princípios do BEA. O primeiro seria o estresse causado durante a pendura, considerado o principal problema, devido a receptores de dor nas pernas e do estresse causado pela batida das asas. Causando inclusive traumas na carcaça. O segundo são os possíveis choques que acontecem na entrada da cuba de água. Os autores citaram que longas linhas de abate e/ou o manejo errôneo podem fazer com que as aves batam a cabeça na beira da cuba, fazendo com que tomem choque antes de passar pela água, ou até que sendo as aves penduradas de forma errada, passem a asa pela água em vez da cabeça, fazendo com que não sejam insensibilizadas antes da sangria. O terceiro problema apontado foi o fato de que várias aves passam pela linha de abate, e elas não têm exatamente o mesmo peso e tamanho. Não é possível ajustar a corrente elétrica para insensibilizar cada ave individualmente assim cada ave acaba recebendo um montante diferente de corrente elétrica, não sendo possível saber se todas as aves foram insensibilizadas da forma correta. O quarto problema indicado pelos autores foi a duração limitada do estado de inconsciência causado por esse tipo de atordoamento. Podendo ter aves com tamanhos e pesos diferentes, pode-se receber uma corrente elétrica insuficiente para manter a ave inconsciente até o momento da sangria, ou uma corrente elétrica muito forte que possa a matar antes da degola.

(25) coloca como mito dizer que o atordoamento causa dor e sofrimento aos animais e acrescenta que a insensibilização não dificulta o escoamento do sangue na carcaça. (23) concluíram em seu estudo que o escoamento de sangue foi mais satisfatório nas aves que foram insensibilizadas por eletronarcose do que nas aves que não foram insensibilizadas, porém sugeriram que são necessários mais experimentos na área.

Outro meio de atordoamento usado no abate de aves é a insensibilização a gás, que traz rápida perda de consciência à ave e, na perspectiva do BEA, seria o melhor método de atordoamento, uma vez que elimina a etapa da pendura, uma fase muito estressante para as aves. Contudo, o mercado consumidor da carne Halal não aprova esse tipo de insensibilização, uma vez que não há como constatar a reversibilidade do procedimento, como na eletronarcose, trazendo assim, dúvida sobre a autenticidade do alimento como sendo, de fato, Halal (30).

CONCLUSÕES

É crescente a preocupação da população em consumir um produto de origem animal que não provenha de maus tratos. A tendência é de cada vez mais os princípios éticos se sobressaíam sobre os preços de mercado. Estudos em relação ao BEA precisam continuar sendo feitos, principalmente em relação aos animais de interesses zootécnicos.

A insensibilização é um assunto que gera muita controvérsia dentro do abate Halal, visto que é um procedimento relativamente novo, obviamente, não é mencionado no Alcorão. Ainda existem dúvidas sobre a “halalidade” do produto final com a utilização de métodos de insensibilização antes do abate. As leis e regras que ditam o abate Halal foram promulgadas há mais de 1400 anos e alguns líderes acreditam que devem ser sempre seguidas, independentemente do tempo. Outros já são mais maleáveis em relação à interpretação dessas leis, o que faz com que alguns países aceitem, e outros não, a carne de frango proveniente de insensibilização prévia. Não há comprovação científica de que a insensibilização prejudique o escoamento de sangue da carcaça, alguns estudos apontam que, inclusive, pode até facilitar. Porém são necessários mais experimentos na área.

O abate religioso, mesmo sem insensibilização, pode sim ser feito com níveis aceitáveis de bem-estar. Esse tipo de abate é mais difícil de ser performado e precisa de muito mais atenção aos detalhes do que no abate convencional. No abate feito sem insensibilização são necessários equipe de colaboradores bem treinados, uso de equipamentos corretos, principalmente no que diz respeito à contenção da ave. É preferível que, sempre que possível, se use a insensibilização pré-abate, no caso do abate Halal, a eletronarcese. Assim, o procedimento se torna mais fácil e os preceitos de Bem-Estar Animal são atingidos de forma mais satisfatória.

REFERÊNCIAS

1. Abdullah FAA, Borilova G, Steinhäuserova I. Halal Criteria Versus Conventional Slaughter Technology. *MDPI Animals* [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Abr 8]; 9: 530. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6718994/>.
2. Shahdan IA, Regenstein JM, Shahabuddin ASM, Rahman MT. Developing Control Points for Halal Slaughtering of Poultry. *Poultry Sci* [Internet]. 2016 [acesso em 2021 Abr 8]; 95:1680-1692. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119318668>.
3. Zainalabidin FA, Hassan FM, Zin NSM, Azmi WNW, Ismail MI. Halal System in Meat Industries. *Malaysian J Halal Res J* [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Abr 8]; 2. Disponível em: <https://www.sciendo.com/article/10.2478/mjhr-2019-0001>.
4. Kassam Z, Robinson SE. Islam and Food. In: Kaplan DM, Thompson PB. *Enc Food Agric Ethics*. Springer; 2014.
5. Farouk MM, Pufpaff KM, Amir M. Industrial Halal Meat Production and Animal Welfare: A Review. *Meat Sci*. 2016; 1-11.
6. Ludtke CB, Ciocca JRP, Dandin T, Barbalho PC, Vilela JA. Programa Nacional de Abate Humanitário – Steps. Sociedade Mundial de Proteção Animal. Rio de Janeiro: WSPA; 2010.

7. Broom DM. Animal Welfare: Concepts and Measurement. J Anim Sci [Internet]. 1991. [acesso em 2021 Abr 8]; 69:4167-4175. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1778832/>.
8. Broom DM. Animal Welfare Defined in Terms of Attempts to cope with the Environment. Acta Agric Scand Section Anim Sci [Internet]. 1996 [acesso em 2021 Abr 8]; 27:22-28. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/301650716> Animal welfare defined in terms of attempts to cope with the environment.
9. Rodrigues DR, Santos FR, Silva WJ, Gouveia ABVS, Minafra CS. Abate Humanitário de Aves: Revisão. **PUBVET [Internet]**. 2016 [acesso em 2021 Abr 8]; 10:650-658. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/ac07140915d3eb1a45169aa674eca72f.pdf>.
10. Broom DM, Molento CFM. Bem-Estar Animal: Conceito e Questões Relacionadas – Revisão. **Arch Vet Sci [Internet]**. 2004 [acesso em 2021 Abr 8]; 9(2):1-11. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/4057>.
11. Mellor DJ. Updating Animal Welfare Thinking: Moving Beyond the “Five Freedoms” towards “A Live Worth Living”. MDPI Anim. 2016;6(3):21.
12. Mellor DJ, Beausoleil NJ, Lettlewood KE, Mclean AN, McGreevy PD, Jones B, Wilkins C. The 2020 Domains Model: Including Human-Animal Interactions in Assessments of Animal Welfare. MDPI Anim. 2020; 10(10): 1870.
13. Braga JS, Macitelli F, Lima VA, Diesel T. O Modelo dos “Cinco Domínios” do Bem-Estar Animal Aplicado em Sistemas Intensivos de Produção de Bovinos, Suínos e Aves. **Rev Bras Zooc [Internet]**. 2018 [acesso em 2021 Abr 8]; 19(2):204-226. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/zoociencias/article/view/24771>.
14. Garcia SK, Lara LJC. Boas Práticas Para o Bem-Estar Animal na Avicultura e Suinocultura Industriais. **Cad Téc Vet e Zoo [Internet]**. 2012 [acesso em 2021 Abr 8];67:113-134. Disponível em: https://issuu.com/escoladeveterinariaufmg/docs/caderno_tecnico_67_bem_estar_animal
15. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa nº56, de 06 de novembro de 2008. Regulamenta o Procedimentos Gerais de Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar para Animais de Produção e de Interesse Econômico – REBEM. Diário Oficial da União, Brasília, 2008.
16. Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA). Protocolo de Bem-Estar para Frangos de Corte. São Paulo: ABPA; 2016. [acesso em 15 de Jan 2021]. Disponível em: <https://abpa-br.org/?s=Protocolo+de+Bem-Estar+para+Frangos+de+Corte>.

17. Tavernari FC, Albino LFT, Araújo WAG. Manejo pré-abate de frangos de corte. Revista do CFMV, n° 56, Brasília; 2012.
18. HFAC. Padrões do HFAC para a produção de Frango de Corte. Humane Farm Animal Care, Herndon; 2014.
19. Grandin T. Introduction to livestock and Poultry Welfare at Slaughter. In: Grandin, T.; Cockram, M. The Slaughter of Farmed Animals: Practical Ways of Enhancing Animal Welfare. Boston: CABI; 2020b.
20. Grandin T. An Introduction to Implementing an Effective Animal Welfare Program. In: GRANDIN, T. Improving Animal Welfare: A Practical Approach. 3. ed. Boston: CABI; 2020a.
21. CDIAL Halal – Centro de Divulgação do Islã para a América Latina [Internet]. s/d [acesso em 2021 Fev 18]. Disponível em: https://www.cdialhalal.com.br/?gclid=Cj0KCQiAvbiBBhDARIsAGM48bxoy9P9j21KxEgS-sLD0NAo7NfSZZAzg3DgyGNPof2kBOhYxz1AoakaAuO_EALw_wcB.
22. Silva PX, Artuzo FD, Canozzi ME. Mercado Brasileiro de Frango Halal: Influências do Ambiente Institucional e Barreiras à Entrada. **Rev Agron Meio Amb** [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Abr 8];12(13):935-956. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/5432>.
23. Queiroz APLB, Guimarães EC, Silveira ACP. Efeitos dos Métodos de Abate de Frangos na Eficiência da Sangria. Res Soc Devel. 2020;9(10).
24. Zainalabidin FA, Hassan FM, Zin NSM, Azmi WNW, Ismail MI. Halal System in Meat Industries. Malaysian J Halal Res J [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Abr 8]; 2. Disponível em: <https://www.sciendo.com/article/10.2478/mjhr-2019-0001>.
25. Anil MH. Religious Slaughter: A Current Controversial Animal Welfare Issue. Anim Front [Internet]. 2014 [acesso em 2021 Abr 8];2: 64-67. Disponível em: <https://academic.oup.com/af/article/2/3/64/4638669>.
26. Lever J, Miele M. The Growth of Halal Meat Markets in Europe: An Exploration of the Supply Side Theory of Religion. J Rur Stud [Internet]. 2012 [acesso em 2021 Abr 8]; 28:528-537. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0743016712000666>.
27. Berg C, Raj M. Review of Scientific Research Studies on Poultry Stunning Methods. In: Grandin, T.; Cockram, M. The Slaughter of Farmed Animals: Practical Ways of Enhancing Anim Welfare. Boston: CABI; 2020.
28. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa n3, de 17 de janeiro de 2000. Regulamento Técnico de Métodos de

Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Diário Oficial da União, Brasília, 2000.

29. Grandin T, Voogd E. Religious Slaughter and How to Improve Welfare During Both Kosher and Halal Methods. In: Grandin, T.; Cockram, M. The Slaughter of Farmed Animals: Practical Ways of Enhancing Animal Welfare. Boston: CABI; 2020.
30. Salwani MS, Adeyemi KD, Sarah SA, Vejayan J, Zulkifli I, Sazili AQ. Skeletal Muscle Proteome and Meat Quality of Broiler Chickens Subjected to Gas Stunning Prior Slaughter or Slaughtered without Stunning. J Food [Internet]. 2015 [acesso em 2021 Abr 8];14(3):375-381. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2015.1112838>.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-30>

Capítulo 30

COMIDA DE RUA E SEGURANÇA DE ALIMENTOS EM SALVADOR - BA: UMA REVISÃO

Deise Azevedo Silva¹; Luccas de Jesus Pereira dos Santos²

¹Estudante do Mestrado em Ciência de Alimentos- PGALI – UFBA; E-mail: deiseazevedo.88@gmail.com; ²Estudante do Mestrado em Ciência de Alimentos- PGALI – UFBA; E-mail: dejesusluccas@gmail.com.

Resumo:

A Comida de rua é o alimento ou bebida preparado e/ou vendido por ambulantes, em ruas e locais públicos. A comida de rua é de fundamental importância devido a seu baixo preço e acessibilidade. A metodologia desta pesquisa tem como base a análise na literatura científica sobre os assuntos pertinentes a comida de rua e a condições de higiene. Uma das grandes preocupações em relação a comida de rua são as condições higiênicos-sanitária da elaboração e conservação dos produtos que são comercializados. Devido a Doenças que podem ser veiculadas pelo alimento, em produtos que não são manipulados adequadamente, podendo ocasionar danos à saúde do consumidor. Tendo em vista os alimentos comercializados na rua no município de Salvador no estado da Bahia o objetivo desta pesquisa foi apresentar uma síntese de estudos publicados, possibilitando assim conclusões gerais a respeito da Comida de rua na cidade de Salvador, visando a holística da cultura e aspectos relacionados a questões sanitárias.

Palavras-chave: Segurança dos alimentos; comida de rua; qualidade;

INTRODUÇÃO

Entende-se por Comida de rua sendo o alimento ou bebida preparado e/ou vendido por ambulantes, em ruas e locais públicos. O consumo de comidas na rua tornou-se parte do cotidiano de muitas pessoas que trabalham ou estudam, mas que tem suas moradias longe do seu local de trabalho ou estudo. Já para o turista, a comida de rua pode se apresentar como manifestação da cultura local a preços acessíveis (1). Onde o consumidor pode está consumindo um prato local com valores mais baratos. A comida de rua é importante porque ela tem duas vertentes: alimenta a população a um baixo custo e emprega trabalhadores (2).

Entretanto deve-se levar em conta também fatores relacionados a segurança dos alimentos que é uma expressão que vem do inglês “*Food Safety*”, que tem como princípio à prática de medidas que visam o controle de qualquer agente físico, químico ou biológico que em contato com o alimento, possam promover risco à saúde do consumidor ou

coloque em risco a sua integridade física, com isso visando a garantia de qualidade do produto em todo o seu processo desde o campo até consumo.(2,3) Por isso é importante ressaltar que mesmo sendo um alimento vendido na rua ele deve ter todo o controle de qualidade, para evitar que contamine o consumidor.

A deficiência no controle da qualidade sanitária em qualquer uma das etapas da cadeia alimentar, seja durante o cultivo, a colheita, o armazenamento, o transporte e a comercialização é um fator predisponente à ocorrência de casos ou surtos de doenças veiculadas por alimentos (DVA) (4). Com isso o objetivo desta pesquisa foi apresentar uma síntese de estudos publicados, possibilitando assim conclusões gerais a respeito da Comida de rua na cidade de Salvador, visando a holística das condições higiênico-sanitárias e antropológicas.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo foram realizadas buscas de literatura científica nas seguintes bases de dados: SCIELO (Scientific Electronic Library Online), LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências de Saúde), MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online) e de teses e dissertações da CAPES. Os descritores e expressões utilizados durante a busca foram: comida de rua/*street food*; segurança de alimentos/*foodsafety*; informalidade/*informality*, vendedores/*salespeople*.

Os critérios de inclusão utilizados foram: artigos completos, publicados em periódicos, conferências ou *journals*; artigos em português, inglês ou espanhol. Foram excluídos artigos duplicados, *Preprints*, e cujo acesso não possa ser realizado de forma gratuita pelos portais consultados através do *proxy* da universidade de vínculo dos pesquisadores, artigos de *magazines*, editoriais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comida de rua faz parte da história do Brasil, estando presente desde o período imperial, através dos grupos excluídos da sociedade que utilizaram desse segmento como estratégia de sobrevivência. O setor informal de alimentos é um setor que apesar de não ser reconhecido pelas autoridades vem se expandindo e está presente em todo o mundo. Esse segmento traz o reflexo da condição econômica e social de um país, e funciona como alternativa de trabalho e renda para famílias que estão fora do mercado de trabalho (5–7)

A rua também pode ser entendida como lugar da socialização, da circulação, do comércio e das trocas. Pode-se considerar que a apropriação deste espaço público pelos comerciantes dinamiza o seu uso, conferindo características a este lugar que não podem ser observadas com a mesma ênfase em outros locais da cidade. As ruas talvez sejam o local da cidade onde mais claramente se evidencia o dissenso e as contradições contidas no processo de planejamento (8).

O ato de comer além de ser necessário para a manutenção da vida está diretamente ligado à construção da identidade social de um indivíduo e de um grupo. Os hábitos

alimentares assumem comportamentos culturais que são determinados historicamente através do convívio social e transmitidos de geração a geração (9).

A comida de rua manifesta-se em todo o mundo, revelando aspectos da cultura alimentar nos mais diversos países. Uma busca rápida pela internet com o termo nos revela mais de uma dezena de sites, nacionais e internacionais, com fotos, comentários e sugestões de onde e o que comer na rua quando se viaja, contribuindo para a divulgação da importância deste segmento em diferentes contextos (10).

A comida de rua proporciona uma alimentação de rápido preparo e de baixo custo, o que faz dela uma alternativa para população que diante das correrias diárias tem o tempo escasso devido ao modo de vida urbano contemporâneo. O comércio de alimentos de rua além de contribuir socioeconomicamente, nutricionalmente, faz parte da cultura local, contudo existem aspectos negativos com relação às condições de higiene (11,12).

Segundo a Food and agriculture organizations of the United Nations. ((FAO) a contribuição dos alimentos de rua para as economias dos países é considerável, mas é amplamente subestimada e negligenciada. No Brasil os órgãos sanitários pouco priorizam o segmento de comida de rua, onde apesar de existirem vários estudos evidenciando os riscos que a contaminação microbiológica dos alimentos comercializados nas ruas pode proporcionar, esse segmento é colocado em segundo plano. (10)

A rua é ocupada por pessoas que fazem parte do segmento de comida de rua, que são negligenciados e excluídos pela sociedade e pelo Estado que não reconhecem a singularidade nesse segmento (13). O comércio de alimentos de rua apesar da sua relevância social e econômica, pois, contribui com a geração de renda e oferta de alimentos, também representa um problema de saúde pública por não atender aos requisitos de funcionamento e pela deficiência de ações do poder público com o setor(14).

De acordo com a FAO às condições das vendas de rua, o acesso limitado aos serviços básicos, incluindo acesso à água potável, e a saúde dos vendedores pode contribuir para criar problemas de higiene e segurança dos alimentos (6). As condições inadequadas do local e a falta de conhecimento referente à manipulação higiênica tornam os alimentos comercializados nas ruas um risco à saúde dos consumidores por conta da facilidade de contaminação com microrganismos patogênicos (15).

Na cidade de Salvador, a comida de rua compõe uma tradição, que vem sendo intensificada pelas desigualdades sociais, onde desde a época colonial eram ocupadas pelos negros africanos e seus descendentes que ocupavam as ruas do centro realizando atividades comerciais em busca de ganhar o sustento diário, e até os dias de hoje esse tipo de segmento se constitui um grande mercado de trabalho além de uma variada oferta de alimentos (14,16).

Diversos são os alimentos que são vendidos na rua como o pastel, cachorro quente, hambúrguer, pipoca, sorvete, caldo de cana, pão de queijo, acarajé entre outros. As opções são muitas e carregam um pouco da história de cada região. Devido ao preço bastante acessível e à disponibilidade (17) Na holística das comidas de rua temos o acarajé que é um bolinho feito de feijão-fradinho, cebola e sal, frito em azeite-de-dendê. Esse alimento é uma iguaria de origem africana, vinda com os escravos na colonização do Brasil. Com

suas comidas de rua, sua indumentária, seus tabuleiros e a simpatia acolhedora e carismática, as baianas de acarajé são monumentos vivos de Salvador e do Brasil (18) uma representação característica dos nossos antepassados.

Na Tabela 1, encontram-se alguns estudos realizados em Salvador, onde os pesquisadores avaliaram as condições higiênico-sanitárias de alimentos comercializados nas ruas da cidade.

Tabela 1. Avaliação das condições higiênico-sanitária de alimentos, de embalagem, dos utensílios, dos manipuladores e da estrutura de comercialização na cidade de Salvador-BA.

Objetivo	Resultados de condições de higiene	Autores
Caracterizar o segmento de comida de rua no circuito carnavalesco do Campo Grande, em Salvador-BA, realizado junto com 264 vendedores.	<ul style="list-style-type: none"> – Condição ruim ou péssimas e observaram manipulação concomitante de alimentos e dinheiro além da finalização de produtos; – Os vendedores falaram que lavavam as mãos mais de 5 vezes ao dia (54,9%) e os utensílios (26,1%), equipamentos, ponto de venda e/ou ambiente (42,8%), uma vez ao dia, – Considerando as condições de risco potencial associado à saúde 48,5% dos pontos de venda foram classificados como de alto risco, 39,8% como de médio risco e 11,7% como baixo risco. 	(7)
Caracterizar o segmento de comida de rua e a segurança de alimentos na orla marítima de Salvador-BA, na perspectiva da sua condução por crianças e adolescentes, realizado junto com 275 vendedores.	<ul style="list-style-type: none"> – Referente à lavagem das mãos, os vendedores relataram efetuar este procedimento até duas vezes por dia (47,5%), de duas a cinco vezes (27,5%), mais de cinco vezes por dia (12,5%), enquanto parte dos vendedores (12,5%) revelaram não realizar a lavagem das mãos durante a extensa jornada de trabalho. – Quanto aos hábitos higiênicos dos vendedores, 12,5% apresentaram hábitos ruins ou péssimos, de acordo com avaliação visual, ao passo que 75,0% apresentaram hábitos regulares e 12,5% bons hábitos de higiene. 	(11)
Caracterizar o segmento de comida de rua no Distrito Sanitário do Centro Histórico de Salvador, BA, realizado junto com 226 vendedores	<ul style="list-style-type: none"> – 86,3% dos vendedores afirmaram utilizar utensílios descartáveis e, destes, 65,5% estavam protegidos. – 72,6% dos vendedores informaram lavar as mãos no ponto de venda e destes, 45,0% afirmaram fazê-lo mais de três vezes ao dia, enquanto que 1,9% dos vendedores disseram lavá-las menos de três vezes ao dia. No entanto, 42,0% disseram lavar as mãos apenas com água, 38,0% com água e sabão e 7,3% usavam álcool 70° GL. (64,1%), manipulava o alimento diretamente com as mãos. 	(14)
Caracterizar o comércio de comida de rua na orla marítima de Salvador-BA, sob a perspectiva socioeconômica, do trabalho e da segurança de alimentos, realizado junto com 247 vendedores.	<ul style="list-style-type: none"> – Entre os entrevistados, a maioria (76,9%) informou dispor de água no local de venda, no entanto, não havia água corrente. A água disponível era usada, sobretudo, para beber (92%), lavar as mãos (61,2%), lavar ou molhar os alimentos (25,9%) e lavar utensílios (29,4%). – Apenas 33,8% dos alimentos perecíveis eram conservados em caixas isotérmicas, 22,6% disseram não higienizar as mãos durante o trabalho, enquanto, 80,2% manipulavam alimento e dinheiro simultaneamente. 	(19)

Fonte: Autores

Conforme pode ser verificado na Tabela 1, os achados desses estudos revelam uma situação precária na higiene e a falta de cuidado na manipulação do alimento.

Com relação a comida de rua no Centro Histórico de Salvador, foi observado inadequações por parte dos vendedores quanto à higiene pessoal e falhas na higienização das mãos, aumentando riscos de contaminação dos alimentos comercializados. Ainda, foi percebido a necessidade de medidas de intervenção para o segmento, com ações dos poderes públicos sob a forma de legislação e organização estrutural do setor, bem como formações de segurança dos alimentos. (14)

Em relação à qualidade sanitária dos alimentos de rua na cidade, estudos têm registrado condições impróprias para o consumo, incluindo tanto aqueles que fazem parte da rotina da cidade quanto os que são comercializados nos momentos de lazer e nas festas populares (11)

Durante as vendas do período do circuito de carnaval de Salvador, vários alimentos e bebidas eram comercializados e preparados em estruturas improvisadas, sem as mínimas condições higiênicas, com manipulação de alimentos e dinheiro concomitantemente, o que contraria a legislação vigente quanto propicia riscos à saúde de os consumidores e vendedores uma vez que as suas refeições eram elaboradas sob as mesmas condições (7). É preciso um olhar que entenda a importância da comida de rua para quem come e para quem prepara.(2)

As condições das vendas de rua, o acesso limitado aos serviços básicos, incluindo acesso à água potável, e a saúde dos vendedores pode contribuir para criar problemas de higiene e segurança dos alimentos (6). Tendo em vista as precárias condições em que os alimentos são manipulados e conservados e a ausência de estrutura mínima necessária à realização de procedimentos corretos, considera-se a oferta potencial de alimentos inseguros à população (11).

A falta de formação em Boas Práticas de manipulação e higiene dos alimentos adverte para a necessidade de se promover, por meio de atividades de treinamentos, ministrados periodicamente, a educação sanitária dos vendedores. Todavia, o entendimento a respeito de segurança e higiene alimentar, também se faz necessário aos consumidores, quando se pretende o alcance dos direitos fundamentais à saúde e à alimentação (7).

O comércio de rua ainda constitui risco à saúde da população, já que os produtos comercializados podem ser facilmente contaminados com microrganismos patogênicos, devido às condições inadequadas do local de preparo e à falta de conhecimento sobre técnicas de manipulação higiênica por parte dos comerciantes. Além disso, muitos estabelecimentos de comércio ambulante não contam com sistema de abastecimento de água tratada, o que dificulta a higienização correta dos utensílios utilizados no preparo das refeições (15).

Apesar da garantia da qualidade e da segurança dos alimentos serem direitos do consumidor, a prevenção de DVA requer esforços ao longo de toda a cadeia de produção,

abrangendo desde a seleção de matéria-prima até o consumo. Neste sentido, o trabalhador é um agente importante no controle da qualidade higiênico-sanitária durante e após a produção do alimento. Dessa forma, conhecer o perfil dos trabalhadores de comida de rua é imprescindível para o desenvolvimento de estratégias de educação em saúde, com vistas à segurança alimentar e a promoção da saúde do consumidor (20)

As autoridades, em particular as locais, devem considerar os atores informais como parceiros nas iniciativas de desenvolvimento local. Assim, torna-se factível a implementação de políticas e de programas que criem condições adequadas para que as atividades do setor informal de alimentos sejam desenvolvidas de modo eficiente, com redução de riscos para a sociedade (6).

CONCLUSÕES

A comida de rua ela é de fundamental importância devido a seus vários aspectos culturais, antropológicos e econômicos, entretanto deve se levar em conta também a saúde do consumidor, em ter um produto de qualidade e que não cause danos a sua saúde. É notório ainda a má condição higiênico sanitária desses estabelecimentos que vendem na rua, muitas vezes por falta de conhecimento das boas práticas e também por falta de capacitação. Com isso é necessário o desenvolvimento de políticas públicas que visem a capacitação desses profissionais atreladas a pesquisas de extensão que ajudem esses vendedores a manterem o controle de qualidade dos produtos, evitando assim possíveis doenças nos consumidores. E possíveis contaminações que venham gerar prejuízos tanto financeiro quanto de saúde do consumidor.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal da Bahia, ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).

REFERÊNCIAS

1. Pertile K. Comida de Rua : Relações Históricas e Conceituais. 2013;301–10.
2. Bastos CSP. Comida de Rua. 2018.
3. Lima A. Segurança Alimentar x Segurança de Alimentos: ainda existem dúvidas nestes termos? Food Saf Brazil [Internet]. 2017;1–5. Available from: <https://bit.ly/3yF4K36>
4. BRASIL. Resolução - RDC N 275, de 21 de outubro de 2002 [Internet]. Anvisa 2002 p. 1–23. Available from: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_275_2002_COMP.pdf/fce9dac0-ae57-4de2-8cf9-e286a383f254
5. Cardoso R de CV, Santos SMC dos, Silva EO. Comida de rua e intervenção: estratégias e propostas para o mundo em desenvolvimento. Cien Saude Colet.

- 2009;14(4):1215–24.
6. FAO. Promessas e desafios do setor informal de alimentos em países em desenvolvimento. FAO, editor. 2011. 34 p.
 7. Santos KB. O comércio da comida de rua no carnaval de Salvador-BA: desvendando as dimensões social, econômica, alimentar e sanitária. [Internet]. 2011. Available from: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/10493>
 8. Bouças L. O trabalho na rua: uma relação entre espaço público, planejamento e direito à cidade. GOT - J Geogr Spat Plan. 2017;(12):49–73.
 9. Silva GO da, Lopes R de CD. Comidas de rua : patrimônio , cultura e identidade local no norte do Tocantins. O Público e o Priv. 2018;32:89–110.
 10. Leal COBS, Teixeira CF. Comida de rua: um estudo crítico e multirreferencial em Salvador, BA – Brasil. Vigilância Sanitária em Debate. 2014;2(4):12–22.
 11. Júnior POV, Cardoso R de CV. Comida de Rua e segurança de alimentos na orla marítima de Salvador-BA: Um estudo na perspectiva do trabalho infantil. Universidade Federal da Bahia. 2011.
 12. Silva SA da, Cardoso R de CV, Góes JÂW, Santos JN, Ramos FP, Bispo de Jesus R, et al. Street food on the coast of Salvador, Bahia, Brazil: A study from the socioeconomic and food safety perspectives. Food Control [Internet]. 2014;40(1):78–84. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.022>
 13. Ferreira TCB, Machado GB. Comida de rua e regulação sanitária: Estudo comparativo em duas capitais brasileiras à luz da epistemologia de Michel Foucault. 2018;
 14. Souza WM, Cardoso R de CV. A comida de rua em Salvador-BA: Caracterização no distrito sanitário do Centro histórico. 2014.
 15. Rodrigues KL, Gomes JP, Conceição R de C dos S da, Brod CS, Carvalhal JB, Aleixo JAG. Condições higiênico-sanitárias no comércio ambulante de alimentos em Pelotas-RS. Ciência e Tecnol Aliment. 2003;23(3):447–52.
 16. Santos OA dos, Hita MG, Sansone L. Dos cantos aos camelódromos: Comércio de rua e territorialidade negra no Centro. Universidade Federal da Bahia; 2015.
 17. IDEC. Comida de rua. 2008;33–4.
 18. IPHAN. Ofício das Baianas de Acarajé. Iphan [Internet]. 2007;104. Available from: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Dossie_oficio_baianas_acaraje.pdf
 19. Da Silva SA, Cardoso R de CV. Comida de rua na orla de Salvador-BA: um

- estudo na perspectiva socioeconômica e da segurança de alimentos. [Internet].
Universidade Federal da Bahia; 2012. Available from:
<http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/10421>
20. Lôbo LN, Pereira-Santos M, Freitas F, Santos VA dos, Silva I de MM da. Perfil e discurso de trabalhadores de comida de rua no Recôncavo da Bahia, Brasil. *Vigilância Sanitária em Debate*. 2014;0(0):82–7.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-31>

Capítulo 31

CONTEXTUALIZAÇÃO DA ATUAÇÃO DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA MUNICIPAL EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO: REVISÃO

Renata Almeida Noronha ¹; Fernanda Barbosa Borges Jardim ²

¹Estudante do Curso de Pós-graduação Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos-PPGCTA – IFTM; E-mail: renata.noronha@estudante.iftm.edu.br;

²Docente/pesquisador do Depto. de Pós-graduação Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos- PPGCTA – IFTM. E-mail: fernanda.jardim@iftm.edu.br.

Resumo: A Vigilância Sanitária (VISA) tem o objetivo de proteger a saúde da população mediante o controle sanitário sobre produtos e serviços relacionados com a saúde, além de criar normas e padrões sanitários, fiscalizar e orientar os setores regulados. No caso específico de serviços de alimentação, estes são fiscalizados pelas equipes durante as inspeções com intuito de avaliar as boas práticas em relação à estrutura e instalações físicas, fluxos e rotinas técnico-operacionais e as condições de higiene. Com a descentralização, as ações passaram a ser desenvolvidas em nível municipal e foi possível identificar fragilidades no processo de execução. Por esse motivo, é necessário conhecer os meios de trabalho da Vigilância Sanitária municipal nas atividades fiscalizatórias e expor as dificuldades enfrentadas para colocar em prática as ações. O presente estudo tem por objetivo fazer um levantamento bibliográfico de pesquisas recentes sobre os aspectos inerentes da atuação da Vigilância Sanitária municipal em serviços de alimentação.

Palavras-chave: fiscalização; serviços de alimentação; Vigilância Sanitária

INTRODUÇÃO

No Brasil, as ações de Vigilância Sanitária são coordenadas pelo Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, que compreende o conjunto de ações pelas instituições: administração pública direta e indireta dos estados, distrito federal e municípios, que realizam a regulação, normatização, controle e fiscalização na área de Vigilância Sanitária (1). A descentralização dessas ações da união para as demais esferas do governo ocorreu com a regulamentação posterior à instituição do Sistema Único de Saúde (SUS), publicada pela Portaria nº1428/1993 do Ministério da Saúde (2; 3). Um dos papéis fundamentais da Vigilância Sanitária é a garantia da segurança dos alimentos.

A segurança dos alimentos é a prática de medidas que evitam ou diminuem a entrada de agentes que promovem risco à saúde ou à integridade do consumidor. É fundamental a identificação desses riscos que podem estar relacionados ao ambiente ou características das pessoas e que podem ser maiores ou menores na probabilidade de

acometimento de danos à saúde. A Vigilância Sanitária realiza esse reconhecimento através de um conjunto de ações de saúde pública para a promoção e proteção da saúde, por meio de controle sanitário de processos, produtos e serviços de interesse à saúde (1; 4).

O instrumento de avaliação das condições de risco são as inspeções. A inspeção é um conjunto de procedimentos técnicos e administrativos que visa verificar in loco o grau de cumprimento da legislação sanitária nas atividades desenvolvidas e no ambiente de trabalho. A partir das inspeções é possível a adoção de medidas de orientação e/ou correção de situações que podem afetar a saúde da população (1).

No que tange a prestação de serviços de interesse da saúde, podemos destacar os serviços de alimentação, os quais são fiscalizados pelas equipes durante as inspeções com intuito de avaliar as boas práticas em relação à estrutura e instalações físicas, fluxos e rotinas técnico-operacionais e as condições de higiene e limpeza que devem estar adequadas com a legislação sanitária vigente (5; 6).

Com a descentralização, as ações de Vigilância Sanitária passaram a ser desenvolvidas em nível municipal e foi possível identificar fragilidades no processo de fiscalização. Por esse motivo, é necessário conhecer os meios de trabalho utilizados nas atividades fiscalizatórias, as dificuldades enfrentadas para colocar em prática as ações e as ineficiências nas análises dos processos de atuação (7).

O presente estudo tem por objetivo avaliar pesquisas recentes sobre os aspectos inerentes à atuação da vigilância sanitária municipal em serviços de alimentação.

VIGILÂNCIA SANITÁRIA NO BRASIL

Um dos campos de atuação do Sistema Único de Saúde (SUS) é a Vigilância Sanitária. No Brasil, as atividades inerentes à Vigilância Sanitária são realizadas pelo Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), coordenado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e criado pela Lei Federal nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999, que define a competência e suas atribuições (6; 8).

A Vigilância Sanitária também se encarrega de criar normas e padrões sanitários, fiscalizar e orientar os setores regulados. São atividades indelegáveis, entre outras, a concessão, o registro e a proibição da fabricação, distribuição e venda de produtos (6; 9).

A Vigilância Sanitária abarca conhecimentos técnicos e específicos de diferentes setores como medicina, farmácia, nutrição, epidemiologia e direito sanitário, bem como também necessita de contribuição do direito administrativo, civil e penal, com finalidade de responsabilizar o representante na administração de bens de consumo e produção de alimentos, caso seja constatado danos à saúde humana por não atender às normas sanitárias (8; 9).

COMPETÊNCIAS ATRIBUÍDAS À VIGILÂNCIA SANITÁRIA EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

A Vigilância Sanitária possui competências diferentes com ênfase em determinado setor. No que tange aos serviços de alimentos, o objetivo é minimizar ou prevenir riscos à saúde da população brasileira decorrentes da alimentação (9).

Para fiscalizar os estabelecimentos na área de alimentos, considerando aspectos higiênico-sanitários, são realizadas ações que ocorrem principalmente em nível municipal por equipes de profissionais da Vigilância Sanitária com a finalidade de avaliar os locais

de produção de alimentos em relação às instalações estruturais, fluxos de produção, rotinas de manipulação e condições de higiene, as quais devem atender as normas sanitárias vigentes (6).

Uma fiscalização com qualidade na área de alimentos deve ser realizada em toda a cadeia de produção (desde o recebimento da matéria-prima e a colheita, passando pelo transporte, armazenamento, processo até a distribuição para o consumidor), para garantia da segurança alimentar. As inspeções sanitárias são procedimentos feitos com equipe composta por autoridades sanitárias e são mecanismos utilizados para avaliar as condições sanitárias do estabelecimento, processos e produtos quanto à conformidade em relação aos padrões e requisitos definidos, com vistas à proteção da saúde pública individual e coletivas (10; 11).

Dessa forma, observa-se a diversidade de atribuições e a grande variedade de objetos de atuação das equipes de fiscalização. Além disso, esses profissionais têm atribuição de auxiliar nos processos de normatização, manter atualizado o registro e cadastramento dos estabelecimentos, desenvolver ações educativas junto à comunidade e ao setor regulado, investigação de surtos em conjunto com a vigilância epidemiológica, desenvolver estratégias para lidar com o mercado informal de trabalho e realizar o atendimento de denúncias com o intuito de minimizar os riscos sanitários (6; 11).

ATUAÇÃO DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

De acordo com os estudos de Andrade e Sturion (2015), na sociedade contemporânea foi possível identificar um aumento no número de pessoas que realizam suas refeições fora do domicílio devido ao modo de vida acelerado, motivado pelo tempo dedicado ao trabalho, dificuldades de locomoção, aumento da população nos centros urbanos, dentre outros fatores. Dessa forma, as doenças transmitidas por alimentos (DTA) aumentaram sendo justificadas pelo processo desordenado de urbanização e produção de alimentos em larga escala (12).

Neste contexto, o aumento do consumo de alimentos fora do domicílio tem feito os consumidores refletirem e demonstrarem maiores preocupações com a qualidade dos produtos que consomem. Para garantir a segurança alimentar, os órgãos de fiscalização orientam os estabelecimentos de serviços de alimentação quanto aos procedimentos de boas práticas de manipulação que devem ser adotados, conforme determinação da Resolução RDC nº 216 de 2004 da Anvisa, que regulamenta as Boas Práticas no Serviço de Alimentação (5; 13).

A Vigilância Sanitária desenvolve atribuições na área da saúde pública com ações preventivas e tem por objetivo minimizar os riscos associados a produtos, insumos e serviços. Portanto, as ações dos profissionais da Vigilância Sanitária no controle das boas práticas de manipulação em serviços de alimentação são de extrema importância para reduzir os riscos de doenças transmitidas por alimentos provocadas por manipulação inadequada de alimentos (4).

Para fiscalizar os estabelecimentos na área de alimentos em relação aos aspectos higiênico-sanitários, são realizadas inspeções nos locais que ocorrem, principalmente no nível municipal. Contudo, a forma de atuar da Vigilância Sanitária vai além da fiscalização, do licenciamento, do julgamento de irregularidades e aplicação de penalidades. As ações educativas fazem-se importantes para contribuir para que os empresários que atuam nas atividades sujeitas à fiscalização adquiram conhecimento

sobre as inspeções sanitárias que tem por objetivo eliminar, reduzir ou prevenir os riscos sanitários decorrentes da produção e comercialização de bens e serviços prestados de interesse a saúde (4; 6).

PERFIL DOS PROFISSIONAIS DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA

Os profissionais da Vigilância Sanitária têm papel fundamental na proteção da saúde garantindo a qualidade dos bens e serviços ofertados pelo setor regulado. Assim, o perfil profissional desses trabalhadores da área de alimentos demonstra que o investimento em qualificação e capacitação junto com a padronização dos procedimentos e rotinas de trabalho favorece uma boa atuação profissional (6).

Estudos de Alban (2019), no município de Serafina Corrêa – RS, identificou que os profissionais da vigilância sanitária possuem curso de nível superior, mas nenhum é da área de saúde apresentando diferentes formações acadêmicas e atuam em diferentes áreas de inspeções, fator que pode ser prejudicial ao realizar o trabalho de inspeção em estabelecimentos específicos de alimentos (4).

Já para Omeldo et.al (2019), uma equipe de multiprofissionais na Vigilância Sanitária em cooperação com trabalhadores de nível médio e superior de várias categorias profissionais, beneficia o monitoramento dos riscos sanitários e desempenha um papel importante no fornecimento e entendimento das competências necessárias para desenvolver o trabalho (14).

Portanto, apesar de equipes multiprofissionais beneficiarem o trabalho das equipes de fiscalização, estudos apontam a necessidade de formação de uma equipe específica e qualificada por ramo de atividade através de capacitações e treinamentos específicos. Dessa forma, é possível aprimorar e facilitar a comunicação durante a inspeção, bem como auxiliar no planejamento das ações as cobranças no decorrer da fiscalização de acordo com o ramo da atividade.

As atividades relacionadas aos exercícios da Vigilância Sanitária demandam que o profissional possua conhecimento científico atualizados, possua saberes de vários campos específicos, que muitas vezes não estão inclusos nos cursos de profissionalização/graduação dos profissionais (15). Outro item importante nesse campo de atuação, é a criação de instrumentos que subsidiem a ação do agente sanitário para a avaliação das condições higiênico-sanitárias dos estabelecimentos e os documentos pertinentes a essa fiscalização (16).

Um estudo realizado sobre os desafios enfrentados pela fiscalização nos serviços de saúde apontou que a padronização e qualificações em vigilância sanitária estão diretamente relacionadas a existência de uma política de educação permanente dos profissionais, com a infraestrutura adequada e recursos humanos em número adequado. Outros itens tecnologias para a avaliação de risco e a organização administrativa do trabalho também foram citadas (15).

PROCEDIMENTOS E ROTINAS DE TRABALHO DOS PROFISSIONAIS DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA EM SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

A inspeção sanitária é o procedimento fundamental nas ações realizadas pela Vigilância Sanitária por ser possível de inferir a realidade *in loco*, identificar potenciais fontes de agravos à saúde, com informações dos sistemas de monitoramento, numa estratégia de proteção ao cidadão (17).

No município de Serafina Corrêa – RS, as inspeções são realizadas, em sua maioria, por solicitações protocoladas pelos empresários junto ao setor da Vigilância Sanitária ou por busca ativa de estabelecimentos com irregularidades ou por denúncias. Após receber as inspeções técnicas, as empresas recebem um relatório da inspeção cujas diretrizes devem ser cumpridas para o recebimento do alvará sanitário. Na pesquisa, foi observado que os fiscais utilizam roteiros de inspeção de acordo com a legislação sanitária vigente, porém, durante a fiscalização junto com os fiscais no campo, foram constatados que nem todos os fiscais utilizam o roteiro de forma correta, o que reduz a qualidade do serviço realizado, pois nem todos os itens são verificados em campo nos estabelecimentos (4).

Esta rotina de trabalho, verificada por Alban (2019) no município de Serafina Corrêa – RS, também foi observado por Santos et al. (2020), ao realizarem avaliação das ações de Vigilância Sanitária no município de Muritiba – BA, o que sugere ser um procedimento de trabalho nas instâncias municipais (4; 18).

No estudo realizado por Santos et al. (2020), foi constatado que em serviços de alimentação, entre os estabelecimentos fiscalizados, destacam-se os supermercados, restaurantes, panificadoras e comércios varejistas de alimentos (18). Em Teresina – PI, 62% das empresas fiscalizadas eram panificadoras, restaurantes e comércios varejistas. Esses locais foram inspecionados seguindo as normas sanitárias da Resolução 216 de 2004 da Anvisa (5; 18; 19).

Olmedo (2016) relatou que o município de Curitiba-PR apresentava 14.901 estabelecimentos em serviços de alimentação cadastrados junto a Vigilância Sanitária (dados de 2005 a 2015), considerando, conforme dados atualizados de 2013 do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba, que existiam 160.282 estabelecimentos do ramo de alimentos, o que demonstra que as ações das equipes de inspeção não estão desenvolvendo estratégias e procedimentos de maneira a atingir um número maior de estabelecimentos (14).

Esse resultado corrobora com os obtidos no trabalho de Cabral, Melo e Rodrigues (2020), o qual destacam como principais fragilidades enfrentadas pela Vigilância Sanitária municipal foram equipes incompletas o que compromete a eficácia no processo de trabalho e aumenta a sobrecarga dos profissionais (20). Isso demonstra que a falta de infraestrutura, capacitação e profissionais em quantidade insuficiente pode estar comprometendo a eficácia e eficiência do trabalho da Vigilância Sanitária (4; 6; 9; 17).

Santos et al. (2020) observaram que, no município de Muritiba – BA, a maioria das empresas de alimentos apresentaram questões higiênicas sanitárias insatisfatórias. Os resultados são equivalentes ao relatado por Omeldo (2019), que demonstrou que mesmo após dez anos de existência da legislação sanitária de Boas Práticas, a maioria dos serviços avaliados em Curitiba no período de janeiro de 2005 a julho de 2015 apresentou condições higiênicas sanitárias inadequadas.

Os trabalhos demonstram que a maioria das irregularidades está relacionada com os procedimentos e processos de manipulação dos alimentos, estrutura física e condições higiênicas sanitárias. Os locais não priorizam qualidade da água, controle de temperatura, prevenção de contaminação cruzada, qualidade da matéria prima, identificação e validade dos produtos e condições de armazenamento dos alimentos (4; 9; 18; 19; 21).

Diante das irregularidades, foi constatada uma predominância de medidas educativas sobre as medidas punitivas. Os profissionais da vigilância sanitária atuam mediante emissão de notificações com prazos para as empresas sanar as irregularidades (6; 18). Esta conduta também é encontrada nos estudos de Xavier et al. (2020), que

relataram que 75% das ações realizadas nas fiscalizações em Teresina – PI foram notificações, seguidas por 12% de termos de apreensão, 8% de auto de infração e 5% de termo de interdição (21).

Já em relação as medidas punitivas, Omeldo et. al (2019) relatam que os segmentos que mais receberam auto de infração formam minimercados, supermercados e hipermercados, e as interdições prevaleceram em restaurantes e similares (9). Os dados encontrados são semelhantes ao estudo realizado por Alban (2019), que constatou que a maioria dos restaurantes inspecionados na cidade de Serafina Corrêa – RS obteve entre 60% e 100% de irregularidades no local, conforme Resolução 216 de 2004 da Anvisa (4; 5).

Diante do exposto, pode-se ter uma noção clara de como são os procedimentos das inspeções realizadas nos estabelecimentos de alimentos, bem como a atuação dos profissionais da Vigilância Sanitária, que procuram seguir os princípios da razoabilidade, buscando solucionar os problemas sanitários da melhor forma possível, baseando-se nas legislações vigentes e procurando reduzir os riscos à saúde pública causada pelas condições inadequadas de higiene nos serviços de alimentação.

CONCLUSÕES

O presente estudo demonstra a importância de estabelecimentos de alimentação seguirem as boas práticas de fabricação, bem como, a relevância do trabalho da Vigilância Sanitária por contribuir com o controle e a minimização dos riscos sanitários associados a esse tipo de comércio, potencializando a prevenção de ocorrência de surtos de doenças transmitidas por alimentos.

Assim, justificam-se pesquisas sobre a avaliação do perfil dos profissionais da vigilância sanitária e padronização das ações realizadas pela fiscalização, com o intuito de conhecer os meios de trabalho e as dificuldades enfrentadas pela Vigilância Sanitária, para fins de qualificação dos fiscais e melhorias dos processos fiscalizatórios em serviços de alimentação.

REFERÊNCIAS

1. Alencar MSM, Bacelar VMB, Magajewski F, Silva WM, Sousa AIA . Qualificação das ações de vigilância sanitária: harmonização e descentralização. Rev. Visa em Debate. 2019;7:111-118.
2. Brasil. Portaria nº1.428, de 26 de novembro de 1993. Aprova, na forma dos textos anexos, o "Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos", as "Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviços na Área de Alimentos" e o "Regulamento Técnico para o Estabelecimento de Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ's) para Serviços e Produtos na Área de Alimentos". Determina que os estabelecimentos relacionados à área de alimentos adotem, sob responsabilidade técnica, as suas próprias Boas Práticas de Produção e/ou Prestação de Serviços, seus Programas de Qualidade, e atendam aos PIQ's para Produtos e Serviços na Área de Alimentos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 dez. 1993.
3. Tiussi, DT, Aguiar, JBT. de, Arenas, MV. dos S. O sistema Nacional de inspeção

- e de vigilância sanitária e a agricultura familiar e empresarial no Brasil. In: Encontro de ensino e pesquisa em administração da Amazônia, 2., 2016, Porto Velho. Anais...Porto velho: UNIR, 2016;1-15.
4. Alban, V. da S. Atuação do profissional da vigilância sanitária em restaurantes do município de Serafina Corrêa - RS . 2019. 127 f. Monografia (Bacharel em Administração). Curso de Administração. Universidade de Passo Fundo, Casca, RS, 2019.
 5. Brasil. Resolução RDC nº216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para serviços de Alimentação. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 set 2004.
 6. Olmedo, PV, Fiori, LS, Medeiros, CO, Ferreira, SMR. Perfil dos profissionais de Vigilância Sanitária da área de alimentos em uma capital brasileira. Revista Visa em Debate, Sociedade, Ciência e Tecnologia. 2019;7:23-32.
 7. Lopes, MB, Cordeiro, BC. Estratégia de ensino para melhoria das fiscalizações sanitárias em drogarias na região de saúde Leopoldina/Cataguases MG, Revista Pró – univerSUS. 2020;11:159-162.
 8. Enap. Fundação Escola Nacional de Administração Pública. A vigilância sanitária no SUS e o sistema nacional de vigilância sanitária. Brasília, 2017.
 9. Bastos, MRM, Siqueira, SF, Silva, LSBG. Atuação da Vigilância Sanitária em um Município de Pequeno Porte em Goiás. Anais do curso de pós-graduação lato sensu UniEvangélica, 2019;3:01-6.
 10. Rocha, LSG, Silva, IMM, Silva, RM. Principais inadequações de supermercados verificadas nas notificações emitidas pela Vigilância Sanitária e Ambiental. MAGISTRA, 2018;29:1-7.
 11. Martins, MAF, Teixeira, APCP. Desafios e perspectivas na vigilância sanitária pós- comercialização/uso. Revista Visa em Debate, Sociedade, Ciência e Tecnologia. 2019;7:3-9.
 12. Andrade, ML de, Sturion, G L. Segurança dos alimentos em serviços de alimentação do setor de turismo. Secur. Aliment. Nutr. [Internet]. 4º de novembro de 2015 [citado 2º de janeiro de 2021];22(1):618-32. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8641595>
 13. Pandolfi, IA, Moreira, LQ, Teixeira, EMB. Segurança alimentar e serviços de alimentação – revisão de literatura. Brazilian Journal of Development. 2020;6:4237 – 42246.
 14. Olmedo, PV. Avaliação dos processos de trabalho e profissionais envolvidos nas inspeções sanitárias realizadas em serviços de alimentação de Curitiba-PR. 2016. 101 f. Dissertação (mestrado). Programa de pós graduação em alimentação e

- nutrição, setor de Ciências da saúde. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1884/45425>.
15. Oliveira, AMC, Ianni, AMZ. Caminhos para a vigilância sanitária: o desafio da fiscalização nos serviços de saúde. *Revista Visa em Debate, Sociedade, Ciência e Tecnologia*. 2018;6:4-11.
 16. Carneiro, ACLL, Cardoso, LM, Souza, LT de, Santos, LV, Filho, GPV. Elaboração de roteiro para inspeção das boas práticas de manipulação e comercialização de alimentos no setor informal. *Revista Visa em Debate, Sociedade, Ciência e Tecnologia*, 2017,5:127-132.
 17. Jesus, EP, Costa, C, Sousa, FA, Silva, FB. A importância da Vigilância Sanitária na administração pública – revisão sistemática, GETEC, Monte Carmelo, 2018;7:136-155.
 18. Santos, DO dos, Costa, RN, Silva, BO da, Rodrigues, EP, Silveira, PT. de S. Inspeções da vigilância sanitária em estabelecimentos da Cidade de Muritiba – Bahia. *Brazilian Journal of Development*. 2020;6:78264–78273.
 19. Neta, AMDAC, Silva, NV, Menezes, ACM, Sales, ARR, Almeida, NB. Atuação da vigilância sanitária nos estabelecimentos alimentícios no município de Pombal – PB. *Informativo Técnico do Semiárido*. 2015;9:20-23.
 20. Cabral, L K de S, Melo, WE da S, Rodrigues, RMS. Perfil da estrutura, equipe e trabalho da vigilância sanitária na VI Região de saúde de Pernambuco. *Revista Visa em Debate, Sociedade, Ciência e Tecnologia*, Rio de Janeiro, 2020, 8:6.
 21. Xavier, CGS. et. al. Fiscalização sanitária de alimentos em Teresina, PI. *Brazilian Journal of Health Review*. 2020;3:2142 – 2154.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-32>

Capítulo 32

POTENCIAL DO AMIDO DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*) E GELATINA DE PEIXE NA PRODUÇÃO DE BIOPOLÍMEROS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Isadora de Albuquerque Volpato Monteiro Gonçalves¹; José Wilson Pires Carvalho²; Raquel Aparecida Loss³; Marieli Rosseto⁴

¹Estudante de Engenharia de alimentos- Engenharia de alimentos – UNEMAT; E-mail: volpatoisa@hotmail.com, ²Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de alimentos – Engenharia de alimentos – UNEMAT. E-mail: jwilsonc@unemat.br, ³Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de alimentos – Engenharia de alimentos – UNEMAT. E-mail: raquelloss@unemat.br, ⁴Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de alimentos – PPGCTA – UFSM. E-mail: mmarielirossetto@gmail.com

Resumo: A mandioca tem sua produção incentivada pela Organização das Nações Unidas (ONU) para combate à insegurança alimentar, e o Brasil se destaca como o quarto maior produtor mundial. Além disso, o país possui uma crescente atividade pesqueira, registrando cerca de 800 toneladas no ano de 2020. No entanto durante ambos os processos de industrialização evidencia-se grande desperdício, seja por grande quantidade de resíduos gerados ou até mesmo pela rápida deterioração dos produtos. Dessa forma, a extração do amido de mandioca e da gelatina de peixe vêm sendo reportados como materiais promissores para a elaboração de filmes biodegradáveis, devido à capacidade de formação de filmes, abundância e biodegradabilidade. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é realizar uma análise bibliométrica acerca do uso de amido de mandioca e gelatina de peixe para elaboração de filmes, tendo em vista o potencial de produção existente no Brasil. O levantamento dos artigos baseou-se na busca de documentos a partir da inserção dos termos (“FILM” AND “STARCH” AND “CASSAVA”) e (“FILM” AND “GELATIN” AND “FISH”). O período de pesquisa foi de 2010 a 2021, apenas com artigos experimentais, totalizando 410 artigos encontrados (161 para a filmes de amido de mandioca e 249 para filmes de gelatina de peixe). De modo geral, verificou-se que a combinação de amido e gelatina ganham destaque na elaboração de filmes, por aprimorar o desempenho físico, químico e mecânico dos filmes, através da sua biocompatibilidade que ocasionam maior estabilidade e homogeneidade da matriz polimérica, ampliando as possibilidades de aplicação na indústria de alimentos.

Palavras-chave: comestível, ativo, biodegradável.

INTRODUÇÃO

O acúmulo de material oriundo de polímeros sintéticos no ambiente ocasiona preocupações para a sociedade em geral, devido aos impactos ambientais, ocasionados pelo tempo de degradação (1). Estes resíduos tornaram-se uma parte significativa dos

resíduos sólidos urbanos, resultando em preocupações ambientais crescentes (2). De acordo com Plastic Oceans (3), são produzidos aproximadamente 380 milhões de toneladas anualmente, onde em torno de 10 milhões de toneladas estão sendo despejadas nos oceanos.

Dessa forma, estudos começaram a ser realizados visando propor alternativas para substituir polímeros de fontes petrolíferas. Em janeiro de 2018, a União Europeia (UE) divulgou sua visão para uma indústria de plásticos mais sustentável a ser alcançada até o ano de 2030. Além de promover a reciclagem de plásticos, a estratégia discute oportunidades e riscos dos plásticos biodegradáveis (1). Além disso a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável (ODS) tem como objetivo elevar o desenvolvimento do mundo e melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas, e alguns dos objetivos do desenvolvimento sustentável estão relacionados com a poluição ambiental (vida na água, vida terrestre, consumo e produção sustentável) e reaproveitamento de resíduos (fome zero e agricultura sustentável, inovação e infraestrutura).

Portanto, o desenvolvimento de filmes biodegradáveis, comestíveis e ativos tem sido uma das grandes tendências na área de alimentos, induzindo a sustentabilidade e permitindo o aumento do tempo de prateleira para diversas frutas e vegetais (4). Além disso, os estudos relacionados a esta temática estão em ascensão, possibilitando um maior conhecimento sobre o benefício que os filmes trazem para o nosso cotidiano, tanto para diminuir a poluição, relacionado a sustentabilidade, quanto para a melhora na saúde da população, através de técnicas de preservação que são utilizadas para garantir a segurança dos alimentos e contribuir com a segurança alimentar.

Os filmes podem ser produzidos a partir de polímeros de fontes renováveis como proteínas (gelatina, colágeno, soro de leite, entre outros), polissacarídeos (amido de diferentes fontes, celulose) e gorduras (5). Os colágenos e gelatinas são considerados de baixo custo, pois são obtidos a partir de resíduos industriais (pele, ossos). No entanto, esse resíduo pode ser reaproveitado para a recuperação da gelatina, contribuindo para o aumento da renda de pessoas envolvidas, além da possibilidade de a gelatina ser utilizada como macromolécula para a elaboração de filmes biodegradáveis (6;7).

Os filmes obtidos exclusivamente de gelatina têm uma aplicação limitada devido ao seu fraco desempenho antibacteriano, pobre propriedade mecânica, rápida taxa de degradação e baixa barreira ao vapor de água (8). Buscando aprimorar as propriedades dos filmes, pode-se utilizar outros biopolímeros como o amido de mandioca, formando um filme composto mais resistente as condições ambientais, ampliando as possibilidades de aplicação.

A utilização do amido de mandioca corrobora com os ODS, pois de acordo com a Food and Agriculture Organization (9), a mandioca foi considerada como alimento do século 21 pela Organização das Nações Unidas (ONU). Em 2013, num apelo lançado aos legisladores devido o potencial da mandioca, considerada uma planta resistente, a FAO defendeu que a produção da mandioca fosse aumentada em 400% onde a intenção era de a transformar no alimento do século 21, utilizada em combate a fome. Esse aumento na produção e consequentemente industrialização gera resíduos que podem ser reaproveitados na elaboração dos filmes biodegradáveis.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi abordar uma revisão bibliográfica acerca da produção de filmes a partir de gelatina de peixe e amido de mandioca. As principais características, aplicações e resultados promissores de recentes trabalhos também são abordados.

METODOLOGIA

O levantamento dos artigos baseou-se na busca de documentos a partir da inserção de determinados termos na base de dados Scopus. Inicialmente, foram pesquisados artigos que abordassem no título os termos (“FILM” AND “STARCH” AND “CASSAVA”) e (“FILM” AND “GELATIN” AND “FISH”). O período de pesquisa foi de 2010 a 2021, apenas com artigos experimentais, totalizando 410 artigos encontrados (161 para a filmes de amido de mandioca e 249 para filmes de gelatina de peixe).

Os resultados das buscas preliminares no Scopus foram analisados para eliminar artigos com conteúdo sobreposto, para recategorizar determinados artigos ao método considerado mais adequado com base em seu conteúdo, e quase importante, para excluir artigos que não se enquadravam no escopo deste trabalho.

A partir dos levantamentos e análise de conteúdo, os artigos selecionados foram explorados pelos autores por meio da ferramenta “Bibliometrix” do software RStudio® versão 7.6, como forma de sistematizar o estado da arte e, principalmente, tecer discussões que gerem novos conhecimentos sobre a temática desse estudo.

POLÍMEROS BIODEGRADÁVEIS

A indústria de alimentos almeja aliar produção e sustentabilidade. Dessa forma a utilização de biopolímeros de fontes renováveis vêm apresentando destaque, sendo que as aplicações mais tradicionais dos biopolímeros na indústria de embalagens para alimentos, sendo filmes comestíveis, biodegradáveis, embalagens ativas e inteligentes (10). Os tipos de fontes renováveis conhecidas são os polissacarídeos, as proteínas e as gorduras (5).

Dentre as aplicações dos biopolímeros na indústria de embalagens para alimentos, se destacam os filmes comestíveis, filmes biodegradáveis, embalagens inteligentes e embalagem ativa. Os filmes comestíveis são películas de variadas espessuras que se polimerizam e isolam o alimento, eles atuam principalmente como barreira a gases e vapor de água, modificando a atmosfera interna dos frutos, diminuindo a degradação e aumentando a vida de prateleira dos mesmos (11).

Já os filmes biodegradáveis podem ser definidos como camadas finas de um material biodegradável, podendo ser aplicados como barreira entre o alimento e o ambiente, ou podem ser consumidos como parte do produto alimentar, dependendo da matéria-prima utilizada. Oferecem um potencial para prolongar a vida de prateleira e melhorar a qualidade dos alimentos pelo controle da transferência de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, sabor e aroma entre os componentes e a atmosfera (12).

Enquanto as embalagens inteligentes, que também são tecnologias inovadoras, monitoram a qualidade e segurança dos alimentos. Elas são divididas em dois grupos, o primeiro é chamado de carregadoras de dados, onde estão inseridos os códigos de barras e etiquetas por identificação de frequência de rádio; o segundo é chamado de indicadoras, essas incluem os sensores de tempo-temperatura, gases, toxinas e microrganismos (13).

E as embalagens ativas, além de apresentarem as características de uma embalagem convencional, apresentam outras funções, como: absorver compostos que favorecem a deterioração, melhorar características sensoriais, liberar compostos que aumentam e monitoram a vida de prateleira do alimento e garantir a segurança do mesmo. É um conceito inovador que combina avanços na tecnologia e segurança dos alimentos (13).

AMIDO DE MANDIOCA

As culturas de raízes e tubérculos são plantas que contêm 70–80% de água e 16–24% de amido (14). A mandioca (*Manihot esculenta*) é um tubérculo que traz muitos benefícios tanto para saúde humana quanto para o seu uso em produtos industriais. A sua produção é crescente, o maior produtor mundial é a Nigéria, que no ano de 2016 computou 57,13 milhões de toneladas, seguido por Tailândia, Indonésia e Brasil (15).

O amido é um polissacarídeo abundante na natureza, formado pela união da amilose e da amilopectina (16). A amilose é um polissacarídeo linear com uma massa molecular média de 10^5 g/mol e a amilopectina é um polissacarídeo ramificado com uma massa molecular média de $10^6 - 10^7$ g/mol. Pode-se dizer que amidos com alto teor de amilose podem ter menor peso molecular e uma estrutura relativamente mais linear do que aqueles com alto teor de amilopectina (14). Esse resultado é importante para a elaboração dos filmes, pois a amilose tem tendência a retrogradar e produzir géis duros e filmes fortes. A amilopectina, dispersa em água, é mais estável e produz géis moles e filmes fracos. Os entrelaçamentos entre a amilose e a amilopectina, juntamente com a presença de fosfolipídios e lipídios, também têm efeitos significativos nas propriedades físicas dos filmes (17). Assim, quanto maior o teor de amilose, melhor será a resistência mecânica do filme obtido.

Durante as trocas de calor, por convecção ou condução, o amido sofre modificações que estão relacionadas com a gelatinização e suas propriedades associadas, como absorção de água e aumento do volume dos grânulos (18).

O amido de mandioca quando comparado aos outros é um dos mais adequados para as mais diversas aplicações devido a sua pasta límpida e sabor suave. Além de ter uma fácil extração devido ao baixo teor de compostos como lipídeos e proteínas, como pode ser observado na Tabela 1 (19).

Observa-se que diversos estudos de filmes elaborados a partir de amido de mandioca, são utilizados diversos tipos de materiais para que se possa obter o filme desejado. No primeiro estudo foi utilizado amido de mandioca e ingredientes antimicrobianos naturais (canela em pó, pó de cravo, mel, pimenta vermelha em pó, extrato de própolis, café em pó e óleo essencial de laranja), com o objetivo de investigar o efeito da adição desses ingredientes antimicrobianos naturais incorporados em filmes biodegradáveis à base de amido de mandioca, em sua resistência de tração e na transmissão de vapor de água. Os resultados mostraram que quando agentes antimicrobianos foram adicionados, as propriedades de tração foram reduzidas e a permeabilidade ao vapor de água aumentou comparada ao controle (20). No segundo estudo os materiais utilizados foram o amido de mandioca, a inulina e *Lactobacillus casei*, com o objetivo de desenvolver um filme simbiótico bioativo feito a partir de amido de mandioca incorporando inulina como uma molécula prebiótica e *Lactobacillus casei* como um microrganismo probiótico. Como resultado obteve-se que a inclusão de inulina na matriz polimérica do amido de mandioca pode levar a um efeito plastificante que reduz a estabilidade do filme, que reduz sua resistência à tração e aumenta a permeabilidade ao vapor de água (4).

De acordo com a análise bibliométrica, nota-se que o interesse pelo tema filmes de amido de mandioca é crescente, com maior pico de publicações no ano de 2020 (Figura 1a). O Brasil, encontra-se como o país que mais publica artigo nessa temática, ocupando então o primeiro lugar da lista (Figura 1b).



Figura 2 - Produção científica anual (a), países que mais publicam na temática de filmes de amido (b) e principais aplicações (c).
Fonte: Bibliometrix (2021)

Observa-se que as palavras mais citadas em estudos (Figura 1c) estão diretamente relacionadas com os principais componentes adicionados no filme, como: gelatina, glicerol, nanocompósito, quitosana, modificação e filmes compostos, que estão circulados em vermelho; as aplicações: filmes antimicrobianos, filmes ativos, antioxidante, antimicrobiano, filme biodegradável, filme comestível, embalagem biodegradável e atividade antifúngica, que estão circulados em amarelo; e as propriedades: permeabilidade, permeabilidade ao vapor de água, propriedades de tração, cristalinidade, propriedades físico-químicas e morfologia que estão circuladas em azul. Cada um desses processos serve para estudar e observar se os componentes adicionados irão formar um bom filme, com cada característica requisitada, fortes e que poderão ser utilizados para devidas aplicações.

No entanto, apesar do crescente interesse nessa temática, filmes a base de amido normalmente são frágeis e apresentam propriedades mecânicas fracas, portanto pode ser misturado com outros polímeros e também proteínas (21).

GELATINA DE PEIXE

A gelatina é uma proteína derivada da hidrólise parcial do colágeno. É usada na alimentação e na indústria farmacêutica e, com o avanço das pesquisas sobre a gelatina, obteve-se novas aplicações, como nas embalagens biodegradáveis, visto que pode ser facilmente convertida em filme pela evaporação do solvente acima da temperatura de gelificação (22).

A extração da gelatina ocorre por hidrólise, que é uma reação química em meio aquoso. A hidrólise pode ser ácida, alcalina ou enzimática, dependendo da sua finalidade. Quando se realiza em meio ácido, ele deve utilizar um ácido mineral (ácido sulfúrico ou clorídrico). A hidrólise alcalina é considerada como uma alternativa para o desenvolvimento das tecnologias limpas, sendo eficiente na extração de proteínas, além de gerar a gelatina em meio aquoso. A hidrólise enzimática ocorre quando existe adição de enzimas, que catalisam a quebra das ligações peptídicas das proteínas, acelerando a velocidade da reação (23).

Devido aos recorrentes casos de zoonoses causados pelos subprodutos de animais como bovinos, suínos e aves, cada vez mais pesquisas buscam fontes alternativas e mais seguras para se obter o colágeno. Os peixes possuem baixos riscos de transmissões de doenças, ausência de toxicidade e um alto rendimento no processo de extração, fazendo com que os peixes se destaquem a frente dos outros animais para esse tipo de processo (24). Além disso tem-se a questão religiosa, o Halal, onde a Sharia proíbe o consumo de todo e qualquer tipo de alimento modificado geneticamente, assim como produtos tóxicos que causem danos à saúde. Peixes e outros animais aquáticos são permitidos, desde que não se encaixe nos quesitos citados acima (25).

As principais espécies de peixes utilizadas na extração da gelatina são o salmão (26), a tilápia (27), a carpa (28) e os peixes de água fria (29). Além disso, a gelatina pode ser extraída a partir de resíduos de processamento de pescado. Essa possibilidade pode contribuir para a minimização dos impactos ambientais causados pela atividade pesqueira, que gera um elevado volume dos resíduos, que na maioria das vezes não são aproveitados e acabam sendo despejados na natureza, causando danos ao solo, aos animais, as plantas e à água (7).

Os filmes de gelatina de peixe apresentam funcionais únicas, como bom aspecto físico e propriedades mecânicas, além de uma melhor barreira ao oxigênio, quando comparados aos filmes sintéticos. Também apresentam como vantagens a flexibilidade, barreira a luz ultravioleta e transparência. Porém, como desvantagens, esses filmes apresentam alta solubilidade em água e baixa propriedade de barreira de água, devido sua alta hidrofiliabilidade, que inibem suas oportunidades comerciais (26; 29).

De acordo com a análise bibliométrica, nota-se que o interesse pelo tema filmes de gelatina de peixe é crescente, com maior pico de publicações no ano de 2020 (Figura 2a) A Tailândia encontra-se como o país que mais publica artigo nessa temática, ocupando então o primeiro lugar da lista, seguida da China e Irã. O Brasil encontra-se em sétimo lugar (Figura 2b).



Figura 2 - Produção científica anual (a), países que mais publicam na temática de filmes de colágeno (b) e principais aplicações (c)
Fonte: Bibliometrix (2021)

Além disso, foi gerada uma nuvem de palavras com as principais palavras-chave incluídas nos artigos que abordará o tema de filmes de gelatina de peixe (Figura 2c). Observa-se que as palavras que estão diretamente relacionadas com a possibilidade de aplicação dos filmes estão circuladas em vermelho: envolvem filmes biodegradáveis, filmes comestíveis e embalagens ativas; as principais propriedades estudadas estão circuladas em amarelo: consiste em propriedades mecânicas, antioxidantes, antimicrobianas e permeabilidade ao vapor de água; E as possibilidades de materiais que já foram estudados com a gelatina de peixe para elaborar filmes, que estão circuladas em verde, pode-se citar: glicerol, óleos essenciais, óleo de palma e quitosana.

FILMES DE AMIDO E GELATINA

Filmes de amido e gelatina tornam-se importantes objetos de estudo pois quando estão juntos adquirem propriedades mais fortes do que quando utilizados individualmente, sendo possível aperfeiçoar as propriedades do filme. Possuem excelentes propriedades mecânicas, ópticas e sensoriais, porém são sensíveis à umidade e apresentam alto coeficiente de permeabilidade ao vapor d'água. A combinação dos biopolímeros tem como vantagem agregar os pontos positivos de cada um dos constituintes utilizados. É desejável que os filmes e coberturas comestíveis apresentem propriedades sensoriais neutras (transparente, inodoro e insípido), para que não altere a qualidade dos alimentos (30).

As principais propriedades dos biofilmes são a solubilidade em água, permeabilidade em água, atividade de água, propriedades mecânicas e espessura, onde cada uma possui o seu objetivo a fim de melhorar a análise do filme, conforme foi observado nos diversos artigos estudados.

Amido, gelatina de pele de peixe e furcelleran (agente plastificante) são componentes adequados para formar filmes de biopolímero. Os filmes de amido, gelatina e furcelleran com adição de óleo essencial de lavanda apresentaram capacidade antioxidante e antimicrobiana, o que é uma vantagem para retardar a reação de oxidação nos alimentos, podendo ser usado também para prolongar a vida útil de alimentos embalados. O uso desses filmes na preservação de alimentos pode ser limitado devido às suas propriedades físicas, como altos valores de solubilidade e baixos valores de resistência à tração. Para a produção de embalagens, o uso dos biopolímeros, oferece novas oportunidades, por exemplo, os filmes podem ser comestíveis ou podem ser portadores de substâncias biologicamente ativas (31).

Fakhouri et al (30) estudaram filmes feitos de amido e gelatina, onde concluíram que as concentrações mais altas de gelatina aumentaram a espessura, a permeabilidade ao vapor da água e os valores de resistência mecânica, além de reduzir a opacidade. Além disso, identificaram que as concentrações mais altas de amido aumentaram a espessura e melhoraram as propriedades mecânicas.

CONCLUSÕES

Verificou-se que os filmes de amido e gelatina tem-se tornados importantes objetos de estudo pois quando estão juntos adquirem propriedades mais fortes do que quando utilizados individualmente, sendo possível aperfeiçoar as propriedades mecânicas, ópticas e sensoriais dos filmes, porém são sensíveis à umidade e apresentam alto coeficiente de permeabilidade ao vapor d'água. A combinação dos biopolímeros tem tido como vantagem agregar os pontos positivos de cada um dos constituintes utilizados. Além disso, trata-se de uma temática que começou a ser mais estudada recentemente, então é necessário aprimorar os estudos para obter-se melhores resultados.

REFERÊNCIA

1. Haider TP, Völker C, Kramm J, Landfester K, Wurm FR. Plastics of the future? The impact of biodegradable polymers on the environment and on society. *Angew. Chem., Int. Ed.* 2019; 58: 50-62.
2. Zhong Y, Godwin P, Jin Y, Xiao H. Biodegradable polymers and green-based antimicrobial packaging materials: A mini-review. *ADV. Ind. Eng. Pol. Res.* 2020; 3: 27-35.
3. Plastic Oceans. The facts. (2020). <https://plasticoceans.org/the-facts/>. Accessed 20 SET 2021.
4. Orozco-Parra J, Mejía CM, Villa CC. Development of a bioactive synbiotic edible film based on cassava starch, inulin, and *Lactobacillus casei*. *Food Hydrocolloids.* 2020; 104: 105754.
5. Rosseto M, Riguetto CVT, Krein DDC, Balbé NP, Massuda LA, Dettmer A. Biodegradable polymers: opportunities and challenges. *Organic Polymers.* 2019

6. Nuñez, SM, Guzmán F, Valencia P, Almonacid S, Cárdenas C. Collagen as a source of bioactive peptides: A bioinformatics approach. *Elétron. J. Biotechnol.* 2020; 48: 101-108.
7. Bhuiambar MV, Bhagwat PK, Dandge PB. Extraction and characterization of acid soluble collagen from fish waste: Development of collagen-chitosan blend as food packaging film. *J. Environ. Chem. Eng.* 2019.
8. Pan L, Li P, Tao Y. Preparation and Properties of Microcrystalline Cellulose/Fish Gelatin Composite Film. *Materials.* 2020; 13: 4370.
9. Rosseto M, Rigueto CVT, Krein DDC, Massuda LA, Ostwald BEP, Colla LM, et al. Accelerated Aging of Starch-Gelatin Films with Enzymatic Treatment. *Journal of Polymers and the Environment.* 2021; 29: 1063-1075.
10. Malathi AN, Santhosh KS, Nidoni U. Recent trends of biodegradable polymer: biodegradable films for food packaging and application of nanotechnology in biodegradable food packaging. *Current Trends in Technology and Science.* 2014; 3: 73-79.
11. De Mello Luvielmo M, Lamas SV. Revestimentos comestíveis em frutas. *Estudos Tecnológicos em Engenharia.* 2012; 8: 8-15.
12. Andrade, RMS de. Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis à base de resíduos de frutas e hortaliças [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO; 2014.
13. Da Silva EM. Produção e caracterização de filmes biodegradáveis de amido de pinhão [trabalho de conclusão de curso]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2011.
14. Domene-López D, Delgado-Marín JJ, Martín-Gullon I, García-Quesada JC, Montalbán MG. Comparative study on properties of starch films obtained from potato, corn and wheat using 1-ethyl-3-methylimidazolium acetate as plasticizer. *International journal of biological macromolecules.* 2019; 135: 845-854.
15. Companhia Nacional de Abastecimento – Conab. (2018). <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca?start=30/>>. Accessed 05 ABR 2021.
16. Wu F, Zhou Z, Liang M, Zhong L, Xie F. Ultrasonication improves the structures and physicochemical properties of cassava starch films containing acetic acid. *Starch-Stärke.* 2021; 73: 2000094.
17. Tabasum S, Younas M, Zaeem MA, Majeed I, Noreen A, Zia KM. A review on the mixture of corn starch with natural and synthetic polymers and inorganic nanoparticles with mathematical modeling. *International Journal of Biological Macromolecules.* 2019; 122: 969-996.
18. Campos GZ, Vieira JAG. Aplicação do aquecimento ôhmico na gelatinização de amido de milho. *Blucher Chemical Engineering Proceedings.* 2015; 2: 1923-1927.
19. Nair SB, Jyothi AN. Biodegradable blend films of cassava-konjac glucomannan starch: in vitro study as a matrix for controlled drug release. *Starch-Stärke.* 2012; 65: 273-284.
20. Kechichian V, Ditchfield C, Veiga-Santos P, Tadini CC. Ingredientes antimicrobianos naturais incorporados em filmes biodegradáveis à base de amido de mandioca. *LWT – Food Science and Technology.* 2010; 43: 1088-1094.
21. De Lima Barizão C, Crepaldi MI, Junior OOS, De Oliveira AC, Martins AF, Garcia, PS, et al. Biodegradable films based on commercial κ -carrageenan and cassava

starch to achieve low production costs. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020; 165: 582-590.

22. Park J, Nam J, Yun H, Jin HJ, Kwak HW. Aquatic polymer-based edible films of fish gelatin crosslinked with alginate dialdehyde having enhanced physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers*. 2021; 254: 117317.

23. Rosseto M. Tratamento enzimático e antimicrobiano em filmes de amido e gelatina recuperada de resíduos de couro curtido ao cromo III [dissertação]. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo – UPF; 2020.

24. Neri RCDA. Extração e caracterização de colágeno obtido a partir das escamas obtidas no processamento do peixe Cioba (*Lutjanus analis*) [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE; 2013.

25. Federação das Associações Muçulmanas do Brasil - Fambras <https://www.fambrashalal.com.br/politica-halal/>. Accessed 22 SET 2021.

26. Nilsuwan K, Guerrero P, De la Caba K, Benjakul S, Prodpran T. Fish gelatin films laminated with emulsified gelatin film or poly (lactic) acid film: Properties and their use as bags for storage of fried salmon skin. *Food Hydrocolloids*. 2021; 111: 106199.

27. Aitboulahsen M, Chairi H, Laglaoui A, Zantar D, Abdelhay A, Bakkali M, et al. Gelatin/pectin-based film incorporated with essential oils: Functional characteristics and shelf life extension of tilapia fillets under refrigeration. *Journal of Food Safety*. 2020; 40: e12774.

28. Jamróz E, Kulawik P, Tkaczewska J, Guzik P, Zajac M, Juszczak L, et al. The effects of active double-layered furcellaran/gelatin hydrolysate film system with Ala-Tyr peptide on fresh Atlantic mackerel stored at -18° C. *Food Chemistry*. 2021; 338: 127867.

29. Hosseini SF, Ghaderi J, Gómez-Guillén MC. trans-Cinnamaldehyde-doped quadripartite biopolymeric films: Rheological behavior of film-forming solutions and biofunctional performance of films. *Food Hydrocolloids*. 2021; 112: 106339.

30. Fakhouri FM, Fontes LCB, Gonçalves PVM, Milanez CR, Steel CJ, Collares-Queiroz FP. Films and edible coatings based on native starches and gelatin in the conservation and sensory acceptance of Crimson grapes. *Food Science and Technology*. 2007; 27: 369-375.

31. Jamróz E, Juszczak L, Kucharek M. Investigation of physical properties, antioxidant and antimicrobial activity of potato-furcellaran gelatin starch ternary films incorporated with lavender essential oil. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2018; 114: 1094-1101.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-33>

Capítulo 33

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE MAIONESE CASEIRA OFERECIDA EM LANCHONETES DO BAIRRO PLANALTO EM NATAL-RN

Angelinne Costa Alexandrino¹; Renildo Lucas Marques de Melo²; Kattwily do Nascimento Ramos³; Robson Gleyson de Souza⁴; Alliny Samara Lopes de Lima⁵; Matheus Antonio Pereira Alencar⁶; Beatriz de Cássia Martins Salomão⁷

¹ Doutora em Engenharia Química - UFRN. E-mail: angelinnecosta@hotmail.com; ²Técnico em Nutrição e Dietética - Centro Estadual de Educação Profissional Professor João Faustino Ferreira Neto. E-mail: lucasandi1229@gmail.com; ³Técnico em Nutrição e Dietética - Centro Estadual de Educação Profissional Professor João Faustino Ferreira Neto. E-mail: kattwilyramos12@gmail.com; ⁴Docente do Centro Estadual de Educação Profissional Professor João Faustino Ferreira Neto. E-mail: gleysonrgs@gmail.com; ⁵Estudante do curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química - UFRN. E-mail: allinysamara.urfn@gmail.com; ⁶Estudante do curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química - UFRN. E-mail: matheus.alencarpa@gmail.com; ⁷Docente do curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia Química - UFRN. E-mail: beatrizsalomao@gmail.com.

Resumo: Devido a uma rotina cada vez mais cheia de atividades, as pessoas passaram a se alimentar mais em lanchonetes e restaurantes, como uma forma de economizar tempo. A maionese caseira é um alimento popular nesses estabelecimentos, porém por trás desse produto existem riscos à saúde humana que podem ser provenientes tanto da sua matéria-prima como da falta de higiene no seu preparo. Este trabalho teve como objetivo analisar amostras de maionese caseira fornecidas por lanchonetes do Bairro Planalto, localizado em Natal-RN, para verificar a presença de microrganismos indicadores higiênicos. Todas as amostras coletadas em cinco estabelecimentos mostraram um número elevado na contagem de bactérias aeróbias mesófilas e bolores e leveduras. Além disso, todas as amostras confirmaram a presença de coliformes totais. Uma das cinco amostras teve resultado positivo para coliformes termotolerantes, assim como para a presença da bactéria *Escherichia coli*. Com os resultados obtidos, tornou-se evidente a possibilidade de aparecimento de Doença Transmitida por Alimentos na região, decorrente do consumo de maionese caseira, além da constatação da deficiência na higiene e nas Boas Práticas de Fabricação nos estabelecimentos fornecedores deste alimento.

Palavras-chave: *Escherichia coli*; higiene; lanchonete; maionese caseira

INTRODUÇÃO

As pessoas passaram a se alimentar fora de casa, entre outros fatores, devido à rotina do dia a dia cada vez mais cheia de atividades. Assim sendo, a população vem

buscando maneiras de economizar tempo e uma delas é se alimentando em lanchonetes e restaurantes (1).

Grande parte da população brasileira passou a consumir maionese caseira em estabelecimentos como lanchonetes, restaurantes e cantinas, o que pode ocasionar risco para a saúde, pois a falta de higiene na produção, bem como o armazenamento fora de refrigeração podem propiciar o desenvolvimento de microrganismos deterioradores e até patogênicos. As doenças transmitidas por alimentos (DTAs) são causadas pela ingestão de alimentos e água contaminados, podendo se tratar de infecções e intoxicações, causadas por bactérias e suas toxinas, bem como vírus e parasitas (2).

A maionese caseira tem como principal matéria-prima o ovo, na maioria das vezes em seu estado natural (cru), aumentando os riscos de contaminação desse alimento devido ao desenvolvimento dos microrganismos que encontram naquele meio uma fonte de nutrientes (3).

Entre os microrganismos que podem contaminar a maionese caseira, existe a *Salmonella*, que pode causar dois tipos de doença, dependendo do sorotipo: salmonelose não tifoide e febre tifoide (4). As doenças causadas pela *Salmonella* são doenças consideradas comuns no Brasil, cujos sintomas incluem febre alta, dores de cabeça e diarreia (2).

Além da *Salmonella*, destacam-se como microrganismos indicadores de qualidade e sanitários, respectivamente, os coliformes totais e coliformes termotolerantes. Os coliformes são bastonetes Gram negativos que possuem como habitat natural o trato intestinal do homem e de animais (5).

Dentre os coliformes termotolerantes, destaca-se a *Escherichia coli* (*E. coli*), que possui diferentes sorotipos enteropatogênicos. Ela habita o intestino de humanos e animais e pode ser encontrada com facilidade na natureza (6). Essa bactéria pode se modificar de um microrganismo comensal para um patógeno oportunista e algumas espécies patogênicas desta bactéria agem de forma extremamente especializada, causando diversos tipos de doenças nos seres humanos (7).

Considerando o ovo cru como a matéria-prima principal da maionese caseira, os riscos da contaminação por microrganismos aeróbios mesófilos são grandes. Aeróbios mesófilos são a maioria dos microrganismos que se encontram nas aves vivas, e poucos conseguem se desenvolver em temperaturas inferiores a 7° C. Sua contagem é usada como indicador de qualidade higiênica dos alimentos ou dependendo dos resultados representam más condições sanitárias (8).

No Brasil foram registrados mais de 120 mil casos de DTAs de 2000 a 2017, onde 15% desses casos ocorreram em restaurantes e similares (4). A maionese caseira pode ser um dos causadores de alguns casos de surtos de DTAs. No Brasil, em 2017 houve cerca de 133 surtos de DTAs que deixaram cerca de 2014 pessoas doentes (2). No Rio Grande do Norte, de 2000 a 2005 foram registrados 20 surtos de DTAs (9).

O consumo desse alimento cru pode ser extremamente perigoso, devido a isso, sua comercialização é proibida em alguns estados, como na legislação CVS 5 de 9 de abril de 2013, que proíbe a comercialização de alimentos produzidos a base de ovo cru ou mal cozido, como mousses, cremes e maioneses, podendo ser utilizado como substituição ovos pasteurizados.

Muitas vezes os produtores da maionese caseira não têm conhecimento dos cuidados que devem ser tomados no preparo da maionese caseira, da forma como deve ser armazenada e até sobre o prazo de validade, que são fatores que contribuem para que esse alimento se torne impróprio para o consumo. Por esse alimento estar presente em

diversos estabelecimentos, torna-se necessária uma investigação mais aprofundada para averiguar sua qualidade de produção, bem como a presença de microrganismos indicadores de qualidade e sanitários.

Com base nesses dados, este estudo objetivou analisar a presença de alguns microrganismos em amostras de maionese caseira produzidas por lanchonetes localizadas no Bairro Planalto, na região Oeste de Natal-RN, que possam causar riscos à saúde de seus consumidores.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta das Amostras

Foram coletadas amostras de maionese caseira em cinco lanchonetes, todas localizadas no Bairro Planalto do município de Natal-RN. As amostras foram coletadas nas próprias embalagens plásticas fornecidas pelos estabelecimentos, sendo transportadas em caixa térmica e armazenadas sob refrigeração desde as 19h00 até as 8h00 horas da manhã do dia seguinte. As amostras foram então transportadas até o laboratório de análises microbiológicas também em caixa térmica, com a finalidade de não modificar a carga microbiana do alimento.

Os responsáveis pelos estabelecimentos onde as amostras foram coletadas não receberam nenhum tipo de aviso sobre os procedimentos realizados nas amostras de maionese, entretanto nenhuma informação sobre os fabricantes foi divulgada.

Análises Microbiológicas

As amostras de maionese foram analisadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos pertencente aos Laboratórios de Engenharia de Alimentos do Departamento de Engenharia Química, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Realizaram-se as análises de Contagem de Bactérias Aeróbias Mesófilas, Coliformes Totais e Termotolerantes, assim como análise da presença de *Escherichia coli* e Contagem de Bolores e Leveduras. A metodologia utilizada para as análises microbiológicas realizadas foi a presente no livro Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água, que segue os preceitos dos métodos autorizados (10).

Contagem de Aeróbios Mesófilos

Para a realização da contagem de microrganismos aeróbios mesófilos, foram retirados 25 g de cada amostra, que foram transferidos para um recipiente contendo 225 mL do diluente (água peptonada 0,1%), sendo a mistura homogeneizada logo em seguida e considerada a diluição inicial. A diluição 1:100 (10^{-2}) foi feita retirando-se 1 mL da diluição inicial para 9 mL do diluente. Repetindo dessa maneira com as outras diluições utilizadas, transferindo-se 1 mL da diluição anterior para 9 mL do diluente. As diluições usadas foram desde a 10^{-1} até a 10^{-6} . Todas as amostras foram agitadas em um equipamento Vortex. Com uma pipeta de 1 mL foram transferidas as diluições para uma placa de Petri contendo o meio de cultura Plate Count Ágar (PCA). As placas foram então incubadas na temperatura de 35 °C por 48 horas.

Foram consideradas significativas as contagens das diluições que apresentaram entre 25 e 250 colônias.

Análise de Coliformes

Teste Presuntivo para Coliformes

As amostras de maionese foram adicionadas em caldo Lauril Sulfato de Sódio (LST), onde a indicação da presença de coliformes é evidenciada através da fermentação da lactose contida no meio, que passa a produzir gases no tubo. As amostras adicionadas em caldo LST foram então incubadas a $35 \pm 0,5$ °C por 24-48 h.

Neste teste, presume-se que os microrganismos que crescem e produzem gás a partir da lactose sejam coliformes. Porém, para um resultado mais exato foram necessários testes confirmativos.

Teste Confirmativo para Coliformes Totais

O teste de confirmação da presença de coliformes totais foi realizado por meio da transferência de uma alçada de cada tubo positivo no teste presuntivo para coliformes para o Caldo Verde Brilhante Bile 2% Lactose e posterior incubação a 35 °C por 24-48 h.

A presença de gás nos tubos evidencia a fermentação da lactose presente no meio, o que confirma a presença desses coliformes.

Teste Confirmativo para Coliformes Termotolerantes

A confirmação da presença de coliformes termotolerantes foi feita através da transferência de uma alçada de cada tubo positivo do teste presuntivo para coliformes para o caldo *Escherichia coli* (EC) e, após isso, os tubos foram incubados em temperatura de 44,5 °C em banho-maria com agitação por 24 h.

A presença de gás nos tubos evidencia a fermentação da lactose presente no meio. Os tubos de EC positivos para coliformes termotolerantes são suspeitos da presença de *E. coli*.

Teste Confirmativo para Presença de *Escherichia coli*

A partir de um dos tubos positivos no caldo EC, foi feita uma estria em uma placa de Petri contendo o meio Ágar Levine Eosin Methylene Blue (L-EMB). Em seguida a placa de Petri foi incubada a 35 °C por 24 h e então foi observada se apresentava a coloração verde metálica, indicador da presença de *Escherichia coli*.

Contagem de Bolores e Leveduras

A partir das amostras diluídas em água peptonada, 0,1 mL de cada diluição, como mencionado no item 2.2.1, foi inoculado em placas de Petri contendo Potato Count Ágar Acidificado (PCA, pH 3,5). Após 15 minutos, com as placas de Petri já secas, estas foram incubadas a 25 °C (25 ± 1 °C) por 4 dias. Em seguida foi realizada a contagem das colônias de Bolores e Leveduras nas placas de Petri.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises Microbiológicas

De acordo com os resultados das análises microbiológicas realizadas, como pode ser observado na Tabela 1, todas as amostras apresentaram níveis elevados em relação à presença de bactérias aeróbias mesófilas e de bolores e leveduras. Além disso, também foram contabilizados coliformes totais, termotolerantes e a presença de *E. coli*.

Tabela 1 – Resultados das Análises Microbiológicas.

Amostra	Contagem de Aeróbios Mesófilos (UFC/mL)	Presuntivo para Coliformes	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes	Presença de <i>E. coli</i>	Contagem de Bolores e Leveduras (UFC/mL)
1	8,5 x 10 ⁸	POSITIVO	POSITIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	4,1 x 10 ⁸
2	5,9 x 10 ⁸	POSITIVO	POSITIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	3,7 x 10 ⁸
3	5,2 x 10 ⁸	POSITIVO	POSITIVO	POSITIVO	POSITIVO	4,8 x 10 ⁸
4	1 x 10 ⁶	POSITIVO	POSITIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	5,9 x 10 ⁵
5	4,2 x 10 ⁸	POSITIVO	POSITIVO	NEGATIVO	NEGATIVO	2,3 x 10 ⁸

O resultado da contagem de aeróbios mesófilos variou de 1 x 10⁶ até 8,5 x 10⁸ UFC/mL, números superiores aos encontrados em um estudo que analisou amostras de cachorro-quente em Pelotas-RS (11). Segundo os autores, esses microrganismos são indicadores de falta de higiene em relação ao ambiente de preparo das maioneses, o que pode aumentar a contaminação do alimento por bactérias patogênicas. Pode-se também ser um fato derivado das condições de armazenamento impróprias a que algumas amostras foram submetidas antes de serem coletadas, como o armazenamento em temperatura inadequada.

Foi verificada a presença de coliformes totais em sanduíches comercializados por ambulantes (12). Diante dos resultados dessa pesquisa, observou-se que 65% das amostras mostraram resultado semelhante às amostras de maionese do presente trabalho, apresentando resultados positivos.

Os coliformes totais são originados pelo ambiente e usados como indicadores da qualidade higiênica dos alimentos (11). Portanto, percebe-se que existem problemas de higiene nas maioneses analisadas.

Um estudo analisou a presença de coliformes termotolerantes em três amostras de maionese caseira servidas em Dorés do Indaía – MG, os resultados em NMP/g foram semelhantes a quatro das cinco amostras analisadas neste trabalho, que indicaram a ausência desses coliformes (1). Mas ainda assim, como mostrado na Tabela 1, uma das cinco amostras avaliadas neste trabalho obteve resultado positivo para presença de coliformes termotolerantes.

Quanto ao teste para a presença de *E. coli*, apenas a amostra 3 obteve resultado positivo, o que configura apenas 20% das amostras analisadas, resultado divergente de um trabalho que observou que 45% das amostras analisadas obtiveram resultados positivos para a presença de *E. coli* (12). Considera-se a presença de coliformes totais e de *E. coli* de grande relevância para a indicação de contaminação e falhas na produção desse alimento, que podem ocorrer desde os procedimentos de higienização (13). Com

base nisso, supõe-se que a amostra 3 tenha passado por deficiência em relação à higiene na sua produção, o que pode colocar a saúde de quem consome esse produto em risco.

Observou-se também que todas as amostras mostraram a presença de bolores e leveduras. Esse resultado pode indicar uma possível produção de micotoxinas, que incide um potencial risco à saúde humana, segundo um estudo que verificou a presença de bolores e leveduras em amostras de fubá (14).

A presença de bolores e leveduras foi avaliada em amostras de queijo de coalho, e os resultados apresentaram números elevados desses microrganismos, com variação de $1,9 \times 10^4$ a $4,8 \times 10^8$ UFC/g, o que, segundo os autores da pesquisa, sugere que as condições higiênicas de produção são insatisfatórias, comprometendo a qualidade e a vida útil do produto (15). Enquanto os valores obtidos na contagem de bolores e leveduras feitas neste trabalho variaram entre $5,9 \times 10^5$ e $4,8 \times 10^8$ UFC/g. Considerando esses dados, pode-se presumir que as amostras de maionese analisadas também podem ter apresentado deficiências na higiene durante sua produção, tendo assim sua qualidade comprometida.

CONCLUSÕES

A presença de coliformes termotolerantes e de *Escherichia coli* em uma das amostras analisadas evidenciou um risco aos consumidores da maionese caseira fornecida pelo estabelecimento produtor desse alimento. E ainda, a análise de coliformes totais demonstrou, através dos seus resultados, problemas na qualidade de todas as amostras analisadas, colocando a saúde do consumidor em risco. Além disso, os resultados da contagem de bactérias aeróbias mesófilas e de bolores e leveduras indicaram que as cinco lanchonetes avaliadas não seguem padrões higiênicos na produção e armazenamento das maioneses caseiras.

Diante dos dados apresentados, pode-se concluir que as amostras de maionese caseira comercializadas em cinco lanchonetes do Bairro Planalto, na Zona Oeste de Natal-RN, demonstraram deficiência nas condições higiênico-sanitárias, que pode ocorrer desde a produção desses alimentos até o seu armazenamento e distribuição, através de fatores como a falta de higiene do manipulador, do ambiente ou até mesmo dos instrumentos usados no preparo da maionese. Essas deficiências podem ser evitadas através de uma melhor seletividade dos fornecedores e capacitação dos funcionários. Os problemas citados tornam este produto alimentício perigoso para o consumo e provável causador de surtos de DTAs na região.

REFERÊNCIAS

1. Farias, J. N. M. Análise microbiológica de maioneses caseiras servidas em lanchonetes na cidade de Dores do Indaia – MG. 2016. Monografia (Bacharelado em Farmácia) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco. Luz – MG.
2. Ministério da Saúde, 2017. Salmonella (Salmonelose): o que é, causas, tratamento, diagnóstico e prevenção. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/Salmonella>>. Acesso em: 03 Jun. 2019.
3. Stringhini, M. L. F. Perfil socioeconômico e microbiológico de manipuladores e qualidade de ovos de granjas de produção comercial. Influência da contaminação

experimental por *Pseudomonas aeruginosa* sobre a qualidade de ovos não-lavados e lavados. 2008. 142 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

4. Ministério da Saúde, 2018. Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/janeiro/17/Apresentacao-Surtos-DTA-2018.pdf>. Acesso em: 03 Jun. 2019.

5. Casemiro, L. P.; Martins, A. P. Prevalência de contaminação microbiológica e parasitológica de maioneses caseiras comercializadas em carrinhos de cachorro-quente. RBAC. 2016; 48(4):394-399.

6. Oliveira, A. B. A.; Paula, C. M. D.; Capaionga, R.; Cardoso, M. R. I.; Tondo, E. C. Doenças transmitidas por alimentos, principais agentes etiológicos e aspectos gerais: uma revisão. Rev. HCPA. Vol 30, nº 3, 2010, p 279-285, out 2010.

7. Hart V. A.; Winstanley, C. What makes a pathogen? Microbiology Today V.28, p 4-6, 2001.

8. Cardoso, A.L.S.P.; Castro, A.G.M.; Tessari, E.N.C.; Baldassi, L.; Pinheiro, E.S. Pesquisa de *Salmonella spp*, coliformes totais, coliformes fecais, mesófilos, em carcaças e cortes de frango. Higiene Alimentar, v.19, n.128, p.144-150, 2005.

9. Secretaria de vigilância em saúde, 2007. Relatório de situação: Rio Grande Do Norte. Disponível em: < http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/caderno_rn_2007.pdf>. Acesso em: 25 Jun. 2019.

10. Silva, N. et al. Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água. 4º Edição. São Paulo: Livraria Varela, 2010.

11. Rodrigues, K. L.; Gomes J. P.; Conceição R. C. S.; Brod C. S.; Carvalhal J. B.; Aleixo J. A. G. Condições higiênico-sanitárias no comércio ambulante de alimentos em pelotas-rs. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 23: 447-452, set-dez. 2003.

12. Furlaneto-Maia, L.; Oliveira, M. T.; Oliveira, A.F. Condições higiênico-sanitárias, qualidade microbiológica e teste de susceptibilidade antimicrobiana de cepas isoladas de sanduíches comercializados por ambulantes. Rev Inst Adolfo Lutz. 2010; 69(4):489-96

13. Araújo, T. S.; Contro A. C. L. T.; Sylvestre, S. H. Z. Análise microbiológica de molhos caseiros comercializados em *food trucks* e restaurantes do município de Bebedouro-SP. 2019. 9 f. Tese (Graduação em Nutrição) Centro Universitário Unifafibe, Bebedouro- SP.

14. Alhadas, R. V.; Stuart, R. M.; Beux, M. R.; Pimentel, I. C. Contagem de bolores e leveduras em fubá e identificação de gêneros potencialmente toxigênicos. Visão Acadêmica, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 79-82, Jul.- Dez./2004 - ISSN: 1518-5192.

15. Azevedo E. H. F.; Muniz C. R. Pesquisa de *Salmonella sp.*, *Listeria sp.* e microrganismos indicadores higiênico-sanitários em queijos produzidos no estado do Rio Grande do Norte. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 23(Supl): 162-165, dez. 2003.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-34>

Capítulo 34

AVALIAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE MANIPULAÇÃO DO PESCADO COMERCIALIZADO NA REGIÃO BAIXO SÃO FRANCISCO

Acácia Lima Silva ¹; Vitória Pinheiro Barroso² Hyasmym Alves Santos²; Cristiane Santos Silva²; Vanessa Cristine Silva Santos³

¹Docente do Centro Estadual de Educação Profissional Agonalto Pacheco da Silva – CEEPAPS – Neópolis/SE; E-mail: acacialima_eng@hotmail.com. ²Estudante do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Alimentos – Centro Estadual de Educação Profissional Agonalto Pacheco da Silva – CEEPAPS – Neópolis/SE; E-mail: viihbarroso16@gmail.com; ²Estudante do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Alimentos – Centro Estadual de Educação Profissional Agonalto Pacheco da Silva – CEEPAPS – Neópolis/SE; E-mail: hyasmymalves42@gmail.com; ²Estudante do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Alimentos – Centro Estadual de Educação Profissional Agonalto Pacheco da Silva – CEEPAPS – Neópolis/SE; E-mail: criissilva0403@gmail.com; ³Estudante de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Universidade Tiradentes – UNIT – Aracaju/SE; E-mail:cristianevanessa@outlook.com;

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi avaliar as condições higiênico-sanitárias e as Boas Práticas de Manipulação dos pescados criados e comercializados nos Povoado Mussuípe e Betume ambos localizados no Município de Neópolis – SE. Assim, foi possível identificar diversos riscos que comprometem a saúde e a integridade do consumidor, tanto do ponto de vista físico, químico e principalmente microbiológico. A pesquisa foi realizada no mês de Janeiro de 2021, nos respectivos locais, onde inicialmente foram observadas as condições de Boas Práticas durante todo o processo de: captura, pós captura, armazenamento, refrigeração, evisceração e comercialização do pescado, seguindo de outras visitas para aplicação de um *checklist* elaborado pela equipe, com base na legislação da ANVISA RDC 216/2004. Nos locais analisados foi possível observar que existem inúmeras irregularidades que comprometem a qualidade do pescado. As maiores não conformidades dos locais, seguido a Legislação RDC n° 216/2004, foram observadas principalmente em itens como: piso, tetos, paredes, higienizações, utensílios, manipulação, ausência de refrigeração e embalagens inadequadas para comercialização do pescado, como também falta de conscientização dos ribeirinhos quanto ao uso dos EPI's.

Palavras-chave: boas práticas; higiene; manipuladores; pescado

INTRODUÇÃO

O pescado é uma das principais fontes de proteína na alimentação humana, caracterizado por elevada digestibilidade e alto valor biológico, além de um elevado teor

de ácidos graxos polinsaturados, sendo um alimento mais saudável do ponto de vista nutritivo. Os peixes têm vantagens em relação a outras carnes porque contêm ômega-3, são fonte de ferro, vitamina B12 e cálcio. Além disso, contêm aminoácidos essenciais, proteínas de alto valor biológico e gorduras insaturadas, fundamentais ao bom funcionamento do corpo (1).

Apesar da elevada importância nutricional, o pescado é o alimento de origem animal com maior probabilidade de deterioração, principalmente por apresentar pH próximo a neutralidade, elevada atividade de água nos tecidos, alto teor de nutrientes facilmente utilizáveis pelos micro-organismos, acentuado teor de fosfolipídios e rápida ação destrutiva das enzimas presentes nos tecidos e nas vísceras dos peixes. A vida útil dos produtos alimentícios refere-se ao intervalo de tempo em que o produto pode ser conservado em determinadas condições de temperatura, umidade relativa, luminosidade, oxigênio etc., de forma a garantir seus atributos sensoriais e nutricionais (2).

No intervalo decorrido da captura até o processamento ou comercialização, o pescado fica sujeito às perdas de qualidades (físico-química, sensorial e microbiológica) devido às condições de armazenamento a bordo, já que durante esse processo o mesmo pode ser manipulado por diversas pessoas, bem como, a natureza da sua composição, podendo haver comprometimento a sua inocuidade e qualidade, sendo assim, é importante a aplicação de práticas seguras, devendo em todos os pontos da cadeia serem utilizados as Boas Práticas de Manipulação resguardando o consumidor de infecção ou intoxicação por alimento contaminado (3).

Os cuidados com as Boas Práticas são fundamentais e de extrema importância, devendo ser levado em consideração principalmente no momento da comercialização, pois os pescados por serem de fácil deterioração acabam perdendo a sua qualidade. A distribuição dos pescados em feiras, mercados e por pequenos comerciantes locais (ribeirinhos) deve ser levada em consideração, já que o pescado é um alimento altamente perecível somando as condições como: pH próximo a 7, sua atividade de água elevada, alta taxa de umidade, o que favorecem a proliferação dos microrganismos e na deterioração do produto, por isso a importância da refrigeração, aplicação das Boas Práticas de Manipulação e da fiscalização por parte dos órgãos competentes.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as condições higiênico-sanitárias, bem como a aplicação das Boas Práticas de Manipulação de acordo com a legislação vigente (RDC 216/2004) de alguns criadores e comerciantes locais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nos Povoado Mussuípe e Betume pertencente ao município de Neópolis/SE, no mês de Janeiro de 2021. Durante o trabalho, para obtenção dos dados foi necessária a realização de 3 (três) visitas nos locais citados, nos dias 11, 13 e 15 de janeiro de 2021. Nos locais em questão foram observadas desde a criação até a comercialização do pescado. As análises se deram por meio um formulário chamado (*checklist*), elaborado com base nas Boas Práticas de Manipulação, seguindo a Legislação da ANVISA RDC 216/2004 (4). Além disso, foram expostos os resultados obtidos durante as visitas com sugestões de melhorias para a comunidade ribeirinha. O intuito dessa exposição foi de trazer a conscientização aos manipuladores da importância da aplicação e o uso de técnicas higiênico-sanitárias que favoreçam o aumento da qualidade e redução de perdas por deterioração do produto, devido à manipulação inadequada, melhorando assim, a venda e a credibilidade por parte dos consumidores.

Na Figura 1 é possível visualizar o *checklist* empregado durante as visitas nos Povoados Mussuípe e Betume localizados no município de Neópolis, onde foram observados os seguintes pontos: criação, captura, evisceração e comercialização.

		CHECKLISTS BOAS PRÁTICAS DE HIGIENE E MANIPULAÇÃO DOS PESCADOS.			
Local:					
Data:					
Horário:					
Pontos a avaliar	Sim	Não	NA	Observação	
O local possui iluminação adequada?					
Os manipuladores fazem uso dos EPI's?					
Os uniformes e higiene pessoal dos manipuladores estão adequadas?					
Os tanques são higienizados frequentemente?					
O ambiente de criação possui controle de temperatura?					
O local de criação possui controle de oxigenação da água?					
A captura ocorre de maneira a não trazer danos ao pescado?					
O transporte possui sistema de refrigeração ou controle de temperatura?					
Os setores de criação, manipulação e comercialização são devidamente separados?					
O local de manipulação/evisceração é devidamente higienizado?					
O ambiente possui local de descarte de resíduos da evisceração?					
Os equipamentos e utensílios utilizados na captura e evisceração são de material adequado (aço inox)?					
Os equipamentos e utensílios utilizados na captura e evisceração são higienizados de forma frequente e adequada?					
Os pescados são comercializados em temperatura de refrigeração ou em caixas contendo gelo?					
Os pescados capturados e não comercializados são conservados em temperatura adequada (refrigeração/congelamento)?					
Os estabelecimentos de criação e comercialização possuem licença para funcionamento expedida pelos órgãos competentes?					
Os estabelecimentos recebem consultoria ou possuem profissionais especialistas/capacitados (ex: engenheiro de pesca)?					

*NA = Não aplicável

Figura 2 – Checklist empregado durante as visitas nos Povoados Mussuípe e Betume.

Fonte: Autor

Para a aplicação dos *checklist*, foi fundamental a colaboração dos ribeirinhos, que se disponibilizaram a ajudar fornecendo as informações solicitadas e justificando os principais motivos da ocorrência das não conformidades, ou mesmo por não aplicarem as exigências da legislação.

Após a aplicação do *checklist* foi disponibilizado para os trabalhadores e proprietários dos estabelecimentos os resultados obtidos, no qual o grupo explicou como os manipuladores deveriam agir para que os estabelecimentos seguissem as orientações legais.

Os manipuladores se mostraram receptivos e se mostraram dispostos a escutar as explicações dadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho teve como base uma pesquisa exploratória e fundamentou-se em análise qualitativa e interpretativa, baseada na realidade observada. Sendo que a investigação foi realizada durante o mês de Janeiro de 2021, nos Povoados Mussuípe e Betume do município de Neópolis – SE.

Durante as visitas realizadas no Povoado Betume e Massuípe foi possível observar que os manipuladores não seguem corretamente as Boas Práticas de Manipulação. No local é possível destacar algumas das não conformidades durante os processos de criação, captura e evisceração.

Na criação observou-se que a estrutura está em conformidade, sendo o pescado mantido em tanques tipo redes, com estrutura para a disponibilização do alimento durante o dia, como pode ser visto na Figura 2.



Figura 2 – Criação de peixes em tanques tipo rede no Povoado Betume município de Neópolis, SE.
Fonte: Autor

A criação do pescado é mantida em um local aberto para navegação (Figura 2). Não é possível o controle da temperatura dos tanques, já que o ribeirão não dispõe de equipamento adequado, no entanto é importante ressaltar que os peixes não têm capacidade de manter a temperatura corporal constante, eles a ajustam em função da variação da temperatura da água. Por isso, a temperatura da água é um dos parâmetros mais importantes no cultivo de peixes, sendo que tem influência direta em processos fisiológicos importantes para o desenvolvimento dos peixes, como respiração, digestão, crescimento, reprodução e comportamento, para evitar a mortalidade, ela deve se manter dentro dos limites compatíveis com a vida normal das espécies criadas (5).

É importante citar que dentro desses limites quanto mais alta a temperatura maior a produtividade natural e, conseqüentemente, maior a produção de peixe. No entanto, temperaturas baixas ou muito elevadas influenciam negativamente na alimentação dos peixes. As temperaturas das águas nos tanques devem ser medidas na superfície e no fundo, usando-se termômetro de imersão com escala de 0 a 50°C (5).

Na visita não foi observada a presença de engenheiro de pesca e/ou órgãos fiscalizadores.

Com base no *checklist* elaborado e aplicado nos locais visitados, o pescado é capturado diretamente no próprio tanque-rede, levando o animal ao estresse, retirado com uma rede (puçá), agitando o pescado no tanque para dentro do barco (Figura 2). O pescado após captura ou despesca é lavado com água limpa, separado de animais deteriorados,

classificado por espécie (Tilápias e Tambaquis) e tamanho, se houver água limpa o suficiente, o mesmo é eviscerado, lavado mais uma vez e armazenado sob gelo ou em câmara fria.

Importante citar que os barcos não são mantidos limpos e higienizados durante todo o tempo de captura, como também, o pescado capturado não é organizado para que a descarga seja ágil e eficiente, alterando assim a qualidade do pescado.

O armazenamento é realizado no desembarque ou após a despesca. Porém, o local não se encontra limpo, sem cobertura e/ou proteção, os equipamentos e utensílios não são constituídos de material apropriado (equipamentos de aço inox e tanques para lavagem do pescado). Também, não foi identificado o uso de Equipamentos de Proteção Individual ou uniforme por parte dos manipuladores, ressaltando que o uso do EPI é fundamental para garantir a saúde do manipulador, como para manter a higiene e a segurança do pescado, evitando doenças, trazendo confiança ao consumidor, fato que pode ser visto na Figura 3



Figura 3 – Manipulador realizando a lavagem e descamação do pescado sem o uso de equipamentos adequados.

Fonte: Autor

Outra não conformidade observada foi durante o transporte, já que o ribeirinho não possui nenhum tipo de recurso para a refrigeração do pescado na embarcação, sendo o freezer utilizado apenas para grandes encomendas, dificultando a melhoria do pescado e, utilizando apenas para horários de rações e visitantes.

Outro ponto bem observado foi o local de conservação, por não ser conservado corretamente, sua deterioração é favorecida pelos fenômenos enzimáticos, oxidativos e bacterianos, e a ação deste último é sem dúvida o fator que mais se destaca na alteração do pescado fresco, devido aos elevados valores de pH, de atividade de água e perda de nutrientes para o crescimento. Por ser vendido direto ao consumidor, o pescado não é conservado totalmente envolvido em gelo de qualidade, ou em câmaras frigoríficas. O produto não é armazenado em caixas plásticas limpas, etiquetadas e colocadas sobre estrados. As câmaras ou locais de armazenagem quando utilizados, não são sempre fechados (depende da quantidade de pescado), limpos e higienizados, conforme pode ser visto na Figura 4.



Figura 4 – Local para refrigeração dos pescados em freezers horizontais.

Fonte: Autor

O processo de manipulação do pescado, pós captura influencia quase que 90% da sua qualidade, o pescado pós-capturado deve ser comercializado fresco ou sob refrigeração. Nesse caso, podemos observar que nos estabelecimentos visitados ambos trabalham em sua maior parte com o pescado fresco sem refrigeração (Figura 3).

Após levantamento dos resultados, os mesmos foram apresentados aos ribeirinhos por intermédio de linguagem simples, de fácil compreensão e exposição das imagens coletadas durante as visitas. Os ribeirinhos demonstraram interesse pelo trabalho, no entanto, relataram que existem muitas dificuldades encontradas pelos mesmos para a implantação, como a falta de recursos, a ausência de profissionais capacitados e fiscalização pelos órgãos competentes.

CONCLUSÕES

É possível concluir que a comercialização dos pescados em alguns pontos de comércio dos Povoados Betume e Massuípe localizados no Município de Neópolis - SE, não cumprem a legislação vigente, pois existem graves problemas higiênico-sanitários que comprometem a qualidade dos produtos e colocam em risco a saúde do consumidor.

As maiores não conformidades dos locais, foram observadas principalmente na estrutura dos ambientes, higienizações, manipulação, utensílios inadequados, ausência de refrigeração, embalagens inadequadas e o uso dos EPI's.

Assim, fica evidente que existe, a necessidade de fiscalização por parte dos órgãos competentes, como também, a realização de treinamento para a comunidade ribeirinha e um suporte de profissionais capacitados, para que se faça cumprir as normas sanitárias como a Legislação da ANVISA RDC n° 216/2004 e do MAPA (RISPOA). Dessa forma o pescado da região poderá ser comercializado dentro das condições higiênico-sanitárias e com os padrões de qualidade exigidos pelo mercado consumidor.

REFERÊNCIAS

1. ORDÓÑEZ J. A. Tecnologia de alimentos de origem animal, v. 2. São Paulo: Artmed; 2005.

2. Paiva MJM, Dos Anjos ES, Costa RF, Giraldo ADD. Avaliação das condições higiênicos-sanitárias da comercialização de pescado em feiras-livres de Palmas-TO. Rev. Interdisc. da Univ. Fed. do Tocantins. 2018; 5 (4):117 – 123.
3. Al Sangee S, Karim MdE. Avaliação da Qualidade Microbiológica de Peixe Congelado e Materiais de Processamento de Peixes de Bangladesh. Inter. J. of Food Sci. 2016; 1; 1 – 6.
4. Ramos TC, Sallum WB. Manual de criação de peixes em tanques-rede. 3 ed. Brasília: Codevasf, 2019. [Acesso em 20 de jan. 2021]. Disponível em: https://www.codevasf.gov.br/aceso-ainformacao/institucional/biblioteca-geraldorocho/publicacoes/manuais-cartilhas-eoutras-publicacoes/manuais/manual-de-criacao-de-peixes-em-tanques-rede_reedicao-2019.pdf.
5. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Brasília; 2004.
6. Brasil, decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a inspeção industrial e Sanitária de Produtos de origem animal, que disciplina a fiscalização e inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF, 2017.

<https://doi.org/10.53934/9786599539657-35>

Capítulo 35

MUDANÇAS CAUSADAS PELA NOVA ROTULAGEM NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS EMBALADOS: REVISÃO

Jenisson Linike Costa Gonçalves¹; Carolina Natalie Fontes Arôxa², Matheus Péricles Silva Láscares³, Maria Terezinha Santos Leite Neta⁴

¹Estudante do Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PROCTA – UFS; E-mail: jenissonlinike@gmail.com, ²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCET – UFS; E-mail: carolzinha_aroxa@hotmail.com; , ³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCET – UFS; E-mail: matheus1709@hotmail.com; ⁴Docente/pesquisador do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PROCTA – UFS. E-mail: terezhaleite@gmail.com.

Resumo: A rotulagem nutricional de alimentos embalados é fundamental para promoção de saúde pública, da alimentação adequada e saudável e para o combate à obesidade e às doenças crônicas não transmissíveis. Apesar disso, as informações utilizadas nos rótulos dos alimentos podem ser de difícil entendimento ao consumidor, gerando dúvida quanto à saudabilidade dos mesmos. Nesse contexto, se faz necessário o uso de informações de fácil entendimento para leigos, como a rotulagem nutricional frontal (*front-of-pack*), utilizada em mais de 40 países e aprovada no Brasil através da Resolução RDC N° 429/2020 (rotulagem nutricional dos alimentos embalados) e da Instrução Normativa N° 75/2020 (requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados). Diante do exposto, o objetivo da presente revisão foi comparar a nova legislação para rotulagem nutricional de alimentos embalados e as resoluções revogadas, com foco nas mudanças ocorridas na tabela de informação nutricional, nas alegações nutricionais e a introdução da rotulagem nutricional frontal nos rótulos dos alimentos. Foram observadas diversas alterações com relação ao âmbito de aplicação, valores diários de referência (VDR) dos nutrientes de declaração obrigatória, conteúdo e regras de formatação da tabela nutricional e da rotulagem nutricional frontal, adição ou alteração de critérios de composição para determinados nutrientes e seus atributos nutricionais, entre outros. A nova rotulagem nutricional de alimentos embalados representa um grande avanço no marco regulatório de alimentos, mas trará muitos desafios aos profissionais, órgãos fiscalizadores e para sociedade.

Palavras-chave: Alegações nutricionais; rotulagem nutricional frontal; rótulos de alimentos; tabela de informação nutricional.

INTRODUÇÃO

A alimentação humana pode ser considerada um fator essencial para determinação da qualidade de vida de uma população, pois a disponibilidade de nutrientes essenciais interfere diretamente na saúde dos indivíduos (1). O padrão de consumo alimentar no Brasil e no mundo é mutável ao longo dos anos, por diversos fatores como demanda,

renda, urbanização e globalização (1). Com a crescente inserção da mulher no mercado de trabalho, houve uma notável mudança na disponibilização de alimentos pela indústria, que passou a fornecer uma grande quantidade de produtos pré-preparados ou prontos para consumo, com altos níveis de açúcares, gorduras e sódio (1). Isso ocorreu em razão da redução do tempo disponível para o preparo de refeições de maneira tradicional, com grande parte das refeições sendo feitas fora de casa, o que induz ao consumo de alimentos industrializados de rápida preparação em detrimento de alimentos in natura e minimamente processados (2).

Essa diferença de comportamento alimentar pode ser exemplificada pela pesquisa de orçamentos familiares (2008-2009) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que traz uma análise do consumo alimentar pessoal no Brasil, a qual mostrou que as médias de consumo *per capita*/dia para população da zona rural foram muito maiores para alimentos como arroz, feijão, batata-doce, mandioca, farinha de mandioca, manga, tangerina, peixes frescos, peixes salgados e carnes salgadas, enquanto que para população da zona urbana, destacaram-se os produtos alimentícios prontos para consumo ou processados, como pão de sal, biscoitos recheados, iogurtes, vitaminas, sanduíches, salgados fritos e assados, pizzas, refrigerantes, sucos e cerveja (2).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), há uma forte relação entre esse padrão de consumo alimentar e problemas de saúde que envolvem alimentação e nutrição, o que é evidenciado pelo aumento de casos de obesidade, doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e alergias alimentares (3). Diante desse cenário, é evidente a necessidade de estratégias de promoção da saúde que englobem uma alimentação adequada e saudável, a fim de reverter o atual perfil epidemiológico (4) (5).

Ações regulatórias figuram entre as estratégias que podem ser utilizadas para promoção da saúde, e nesse caso, a legislação de alimentos é fundamental para mudanças efetivas. O padrão de consumo da população muda em função do tempo e o mesmo ocorre com os regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos alimentos e da rotulagem dos mesmos (6). Devido ao seu impacto, a rotulagem nutricional dos alimentos embalados passou a ser utilizada como instrumento para promoção de saúde pública, para promoção da alimentação adequada e saudável e para o combate à obesidade e DCNT (7), tendo a sua primeira resolução completa publicada em 2003 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) com a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 360/03 - Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados (8).

Apesar dos avanços, a linguagem utilizada nos rótulos pode ser de difícil entendimento para os consumidores (9), o que alerta para a necessidade da utilização de informações mais claras e de fácil entendimento para leigos, a exemplo da rotulagem nutricional frontal (*front-of-pack*, *FOP*) que já é utilizada em mais de 40 países, como Chile, Peru, Uruguai, Equador e Bolívia, e no Brasil, foi aprovada através da RDC Nº 429 (Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados) e da Instrução Normativa Nº 75 (Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados), ambas de 8 de outubro de 2020, as quais entram em vigor 24 meses após a publicação (10) (11). Diante disso, o objetivo da presente revisão foi trazer uma comparação entre a nova legislação para rotulagem nutricional de alimentos embalados e das resoluções revogadas, com foco em exemplificar as mudanças

ocorridas na tabela de informação nutricional, nas alegações nutricionais e a introdução da rotulagem nutricional frontal nos rótulos dos alimentos.

NOVA ROTULAGEM NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS EMBALADOS

A rotulagem nutricional é toda declaração com objetivo de informar ao consumidor sobre as propriedades nutricionais do alimento, englobando a tabela de informação nutricional, a rotulagem nutricional frontal e as alegações nutricionais (10). Com a publicação da RDC nº 429/2020 ocorreram muitas mudanças nas regras da rotulagem nutricional, e dessa forma, as seguintes resoluções foram revogadas, em sua totalidade: RDC nº 359/2003 (regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional) (12), RDC nº 360/ 2003 (regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados) (8), RDC nº 163/2006 (complementação das resoluções RDC nº 359/2003 e RDC nº 360/2003) (13), RDC nº 48/2010 (fator de conversão para o cálculo do valor energético do eritritol) (14) e RDC nº 54/2012 (regulamento técnico sobre informação nutricional complementar) (15).

A RDC nº 429/2020 que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados se aplica a todos os alimentos embalados na ausência do consumidor, inclusive bebidas, ingredientes, aditivos e coadjuvantes de tecnologia, estando incluídos aqueles destinados exclusivamente ao processamento industrial ou aos serviços de alimentação (10). A resolução divide-se em 6 capítulos: disposições preliminares, da tabela de informação nutricional, da rotulagem nutricional frontal, das alegações nutricionais, da determinação do conteúdo de constituintes da rotulagem nutricional, disposições transitórias. Este último traz os prazos a serem cumpridos, os itens de outras resoluções e portarias que tiveram sua redação modificada; os itens e as resoluções revogadas (10).

Âmbito de Aplicação

Anteriormente, o regulamento técnico de rotulagem nutricional não se aplicava ao sal (cloreto de sódio), aos aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia, o que foi modificado pela nova RDC nº 429/2020. As demais categorias as quais não necessitavam de rotulagem nutricional, passaram a ter aplicação de forma voluntária, com exceção das águas minerais naturais e as demais águas de consumo humano, desde que não tenham adição de nutrientes essenciais, substâncias bioativas, alegações nutricionais ou de propriedades funcionais e de saúde. A declaração de tabela de informação nutricional passa a ser obrigatória para aqueles produtos destinados exclusivamente ao processamento industrial e aos serviços de alimentação (8) (10).

Tabela de Informação Nutricional

A tabela de informação nutricional é a relação padronizada do conteúdo energético, de nutrientes e de substâncias bioativas presentes no alimento, podendo estar no rótulo do alimento em seus modelos vertical e horizontal, suas versões quebradas, no modelo linear e no modelo agregado (10) (11). As mudanças na tabela nutricional incluem a lista de nutrientes de declaração obrigatória, que passou a ter açúcares totais e açúcares adicionados, além de valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras

saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio, que já constavam anteriormente. Em algumas categorias de alimentos se faz necessário a declaração de outros nutrientes como para sal hipossódico, alimentos para fins especiais, suplementos alimentares, alimentos para dieta com restrição de lactose, sal iodado, farinhas de trigo e de milho enriquecidas com ferro e ácido fólico, fórmulas dietoterápicas para erros inatos do metabolismo; devem ser observadas as especificidades de cada caso (8) (10) (11).

Os valores diários de referência (VDR) dos nutrientes de declaração obrigatória tiveram as suas quantidades modificadas (com exceção do valor energético – 2000 kcal, carboidratos – 300 g, fibras alimentares – 25 g): proteínas de 75 para 50 g, gorduras totais de 55 para 65 g, gorduras saturadas de 22 para 20 g e sódio de 2400 para 2000 mg. Gorduras trans, que antes não possuíam VDR, passam a ter 2 g como referência. Açúcares totais possuem VDR de 50 g. A maioria dos nutrientes de declaração voluntária, como as vitaminas e minerais, tiveram os seus valores de ingestão diária recomendada modificados; houve adição de novos nutrientes, os quais podem ser observados no Anexo II da IN 75/2020 (8) (10) (11).

Os fatores de conversão (kcal/g) para o cálculo do valor energético dos alimentos sofreram algumas alterações. Anteriormente, todos os polióis possuíam o fator 2,4, com o Anexo XXII da IN 75/2020, houve a separação por tipo de poliol e adição dos nutrientes: lactitol (2), xilitol (2,4), maltitol (2,1), sorbitol (2,6), manitol (1,6), isomalte (2), tagatose (3) e fibras alimentares solúveis (2). O fator de conversão do eritritol, definido pela revogada RDC N°48/2010 como 0,2 kcal/g, agora passa a ser 0 (10) (11) (14).

A expressão dos valores dos nutrientes sofreu algumas alterações: para valores menores que 10 e maiores que 1, quando a primeira casa decimal for 0, pode-se declarar os valores em números inteiros; para valores menores do que 1 expressos em miligramas (mg) ou microgramas (µg), quando a segunda casa decimal for 0, pode-se declarar os valores com apenas um dígito decimal. Foram adicionadas regras de arredondamento, que não constavam no regulamento técnico da RDC 360/2003: manter o número interior, caso a primeira casa decimal seja menor que 5; arredondar o número inteiro com 1 unidade, caso a primeira casa decimal seja maior que 5; seguir esse padrão para as segundas e terceiras casas decimais (8) (10) (11).

As quantidades não significativas de valor energético e nutrientes permanecem as mesmas para valor energético (menor ou igual a 4 kcal), carboidratos, proteínas, gorduras totais e fibras alimentares (menor ou igual a 0,5 g) e sódio (menor ou igual a 5 mg); houveram mudanças para gorduras saturadas e gorduras trans (menor ou igual a 0,1 g); adicionou-se informações para açúcares totais (menor ou igual a 0,5 g), açúcares adicionados (sem açúcares adicionados), lactose (menor ou igual a 0,1 g) e colesterol (menor ou igual a 5 mg). A forma de expressão dos valores não significativos deverá ser “0” em todos os casos, anteriormente era aceito “zero” ou “não contém” (8) (10) (11).

A declaração das quantidades na tabela de informação nutricional passar a ser realizada com base na porção e medida caseira do alimento (definidas no Anexo V da IN 75/2020) e em 100 g (para alimentos sólidos e semissólidos) ou 100 mL (para alimentos líquidos), informação que era opcional anteriormente. Deverá ser informada na tabela

nutricional a quantidade de porções por embalagem do alimento, como exemplificado na Figura 1, seguindo regras de arredondamento e formas de expressão do Anexo VI da IN 75/2020. Para embalagens múltiplas com alimentos distintos que não requerem consumo em conjunto, deverá ser declarada as porções de cada produto, como mostra o modelo da Figura 2. Deve ser declarado a %VD com base nos valores de VDR definidos e considerando a porção do alimento; quando o nutriente não tiver VDR definido, a informação deverá ficar vazia; quando a quantidade do nutriente for insignificante, deve-se declarar como zero (8) (10) (11).

A nova tabela de informação nutricional deverá conter uma nota de rodapé com a frase “*Percentual de valores diários fornecidos pela porção”, como mostra as Figuras 1 e 2. Anteriormente era utilizado “**% Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas” (8) (10) (11).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 000 porções Porção: 000 g (medida caseira)			
	100 g	000 g	%VD*
Valor energético (kcal)			
Carboidratos totais (g)			
Açúcares totais (g)			
Açúcares adicionados (g)			
Proteínas (g)			
Gorduras totais (g)			
Gorduras saturadas (g)			
Gorduras trans (g)			
Fibra alimentar (g)			
Sódio (mg)			
*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.			

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL				100 ml	000 ml	%VD*
Porções por emb.: 000 Porção: 000 ml (medida caseira)						
	Valor energético (kcal)					
	Carboidratos (g)					
	Açúcares totais (g)					
	Açúcares adicionados (g)					
	Proteínas (g)					
	Gorduras totais (g)					
	Gorduras saturadas (g)					
	Gorduras trans (g)					
	Fibras alimentares (g)					
	Sódio (mg)					
*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.						

Figura 1 – Novos modelos vertical e horizontal de tabela de informação nutricional
Fonte: (11).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL	Produto 1			Produto 2			Produto 3		
	Porções por emb.: 000 Porção: 000 ml			Porções por emb.: 000 Porção: 000 ml			Porções por emb.: 000 Porção: 000 ml		
	100 ml	000 ml	%VD*	100 ml	000 ml	%VD*	100 ml	000 ml	%VD*
Valor energético (kcal)									
Carboidratos (g)									
Açúcares totais (g)									
Açúcares adicionados (g)									
Proteínas (g)									
Gorduras totais (g)									
Gorduras saturadas (g)									
Gorduras trans (g)									
Fibras alimentares (g)									
Sódio (mg)									
*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.									

Figura 2 – Modelo agregado de tabela de informação nutricional para embalagens múltiplas
Fonte: (11).

Com a RDC 429/2020, a tabela de informação nutricional deve estar localizada no mesmo painel da lista de ingredientes, em superfície contínua, com caracteres e linhas de cor preta e em fundo branco, independente da cor da embalagem, seguindo os tamanhos, fontes e espaçamentos definidos pela IN 75/2020. Anteriormente, não eram citadas tais especificações, exceto com relação ao conteúdo da tabela (8) (10) (11).

Rotulagem Nutricional Frontal

A rotulagem nutricional frontal (RNF) é definida como a declaração padronizada simplificada do alto conteúdo de nutrientes específicos no painel principal do rótulo do alimento (10). A aprovação desse tipo de declaração ocorreu através da agenda regulatória do triênio 2021-2023 da ANVISA, pelo item de aperfeiçoamento da regulamentação da rotulagem de alimentos embalados que tem como objetivo garantir o acesso seguro da população a produtos e serviços sujeitos à vigilância sanitária (16). A RNF será obrigatória nos rótulos dos alimentos embalados na ausência do consumidor, os quais, em sua composição, igualem ou ultrapassem os limites críticos de açúcares adicionados, gorduras saturadas ou sódio, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Limite crítico dos nutrientes para rotulagem nutricional frontal

Nutrientes	Alimentos sólidos ou semissólidos	Alimentos líquidos
Açúcares adicionados	15 por 100 g do alimento	7,5 g por 100 ml do alimento.
Gorduras saturadas	6 g por 100 g do alimento.	3 g por 100 ml do alimento.
Sódio	600 mg por 100 g do alimento.	300 mg por 100 ml do alimento.

Fonte: Adaptado de (11).

Algumas categorias de alimentos são vedadas da declaração de RNF, desde que não sejam adicionados de ingredientes que agreguem açúcares adicionados ou valor nutricional significativo de gorduras saturadas ou de sódio ao produto, são elas: frutas, hortaliças, leguminosas, tubérculos, cereais, nozes, castanhas, sementes e cogumelos; farinhas; carnes e pescados embalados, refrigerados ou congelados; ovos; leites fermentados e queijos (10) (11). A RNF também está vedada para leites de todas as espécies de animais mamíferos; leite em pó; azeite de oliva e outros óleos vegetais, prensados a frio ou refinados; sal destinado ao consumo humano; fórmulas infantis; fórmulas para nutrição enteral; alimentos para controle de peso; suplementos alimentares; bebidas alcoólicas, produtos destinados exclusivamente ao processamento industrial e aos serviços de alimentação; aditivos e coadjuvantes de tecnologia; fórmulas dietoterápicas para erros inatos do metabolismo (10) (11).

Entre as regras estabelecidas pela RDC 429/2020 para declaração de RNF está a obrigatoriedade do alerta ser impresso em cor 100% preta num fundo branco (a exemplo da tabela nutricional); estar localizada na metade superior do painel principal em superfície contínua; ter a mesma orientação do texto das demais informações do rótulo; obedecer os requisitos específicos de formatação e seguir um dos modelos definidos na nos Anexos XVII e XVIII da IN 75/2020 (10) (11), como ilustrado na Figura 3.



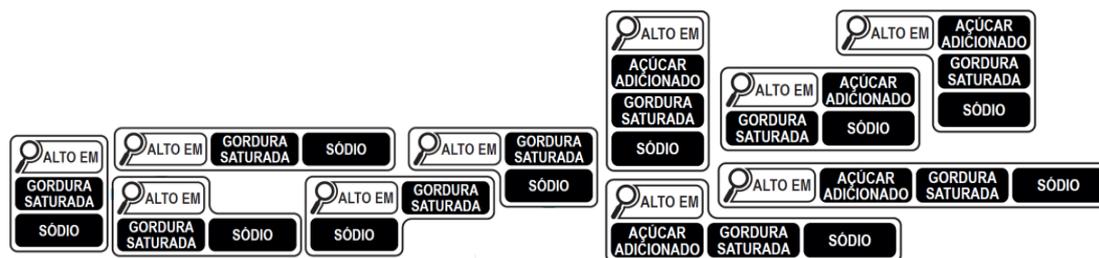


Figura 3 – Modelos para declaração de rotulagem nutricional frontal com alerta de um, dois e três nutrientes, respectivamente
Fonte: (11).

Algumas regras de formatação servem para que o alerta seja padronizado e não cause confusão ao consumidor, a exemplo da área mínima dos modelos apresentados na Figura 3, que deverá ser determinada pela % de ocupação do painel principal do rótulo. Os demais requisitos específicos para formatação da RNF são posicionamento e relações de tamanho, espessura e distância, como as bordas, margens, posição e tamanho da lupa; a tipografia e o alinhamento; tamanho da fonte de acordo com a área do painel do rótulo, de acordo com o Anexo XVIII da IN 75/2020 (11).

Alegações Nutricionais

Alegações nutricionais são as declarações que indicam que um alimento possui propriedades nutricionais positivas relativas ao seu valor energético ou ao conteúdo de nutrientes, contemplando as alegações de conteúdo absoluto e comparativo e de sem adição (10). Fazem parte da rotulagem nutricional, mas tem declaração voluntária, ao contrário da tabela de informação nutricional e da rotulagem nutricional frontal, que são obrigatórias (10).

Anteriormente, a RDC 54/2012 (15), regulamento técnico sobre Informação Nutricional Complementar (INC) era a legislação responsável pelas regras para declaração de propriedades nutricionais. Com a publicação da RDC 429/2020 e da IN 75/2020, a resolução sobre INC foi revogada, passando a vigorar com o nome de alegação nutricional e outras mudanças a fim de evitar contradições a respeito da RNF (10) (11).

Comparando os itens 4.2 e 4.3 da RDC 54/2012 (15) com o Anexo XIX da IN 75/2020, os termos autorizados para veiculação dos atributos nutricionais não foram alterados, conforme a Tabela 2. Essas alegações não podem ser veiculadas em bebidas alcoólicas e nas fórmulas dietoterápicas para erros inatos do metabolismo (10) (17).

Tabela 2 - Termos autorizados para declaração de alegações nutricionais

Atributos	Termos autorizados para alegações nutricionais
Baixo	baixo em... pouco..., baixo teor de..., leve em...
Muito baixo	muito baixo em...
Não contém	não contém..., livre de..., zero (0 ou 0%)..., sem..., isento de...
Sem adição de	sem adição de..., zero adição de..., sem adicionado
Alto conteúdo	alto conteúdo em..., rico em..., alto teor...
Fonte	Fonte de..., com..., contém...
Reduzido	reduzido em..., menos..., menor teor de..., light em...
Aumentado	aumentado em..., mais...

Fonte: Adaptado de (11).

Foram adicionados ou alterados alguns critérios de composição para determinados nutrientes e seus atributos nutricionais em relação à RDC 54/2012, sendo eles: adição da lactose na lista de nutrientes permitidos para alegação nutricional (não contém) com composição máxima de 0,1 g por 100 g ou ml do produto tal como exposto à venda; adição do atributo “sem adição de” para gorduras totais tendo como critério de composição não conter gorduras ou óleos de origem animal ou vegetal adicionados, não conter manteiga, margarina e cremes vegetais adicionados, não conter creme de leite e derivados adicionados, e não conter ingredientes contendo os ingredientes anteriores adicionados; alteração nos critérios de composição para proteínas, visto que o VDR desse nutriente foi reduzido para 50 g, sendo assim, os critérios mínimos para “fonte” e “alto conteúdo” são de 10% e 20% respectivamente, 5g e 10g, por porção de referência e por embalagem individual quando for o caso, além disso, as quantidades de aminoácidos essenciais da proteína adicionada devem atender aos valores definidos no Anexo XXI da IN 75/2020; adição do atributo “aumentado” para vitaminas, com o critério do aumento mínimo ser de 25% e o alimento de referência atender aos critérios para o atributo nutricional fonte da vitamina ou mineral objeto da alegação (10) (11) (15).

Anteriormente, as declarações de propriedade nutricionais podiam ser redigidas no idioma oficial do país de consumo (português ou espanhol), com a RDC 429/2020, as alegações devem ser escritas em português. O termo light permitido para alegações nutricionais de conteúdo comparativo não precisa ser traduzido. Quando no mesmo produto houver a declaração de rotulagem nutricional frontal, as alegações nutricionais não poderão estar localizadas na metade superior do painel principal, nem utilizar caracteres de tamanho superior aos utilizados para RNF (10) (11) (15).

CONCLUSÕES

A nova rotulagem nutricional de alimentos embalados é um importante passo no marco regulatório das legislações de alimentos e pode ter um impacto positivo na vida do consumidor, facilitando o entendimento sobre a saudabilidade dos alimentos e permitindo uma compra mais consciente com base nas necessidades nutricionais do indivíduo.

Apesar dos avanços, a novidade trazida com o modelo da lupa de rotulagem nutricional frontal (RNF) gera controvérsias entre especialistas, sendo apontado como um modelo não ideal. Além disso, as indústrias de alimentos terão o desafio de reformular os seus produtos, caso não queiram ultrapassar os limites críticos de açúcares adicionados, gorduras saturadas e sódio nos alimentos, e com isso, ficarem isentas de declarar o alerta de RNF; os designers que trabalham com o desenvolvimento de rótulo terão o desafio de atender às especificidades do esquema de RNF e harmonizar essa informação com as demais, deixando o rótulo final visivelmente atrativo; os consumidores terão a tarefa de estarem atentos a essas mudanças, comparando os produtos disponíveis no mercado; e por fim, os órgãos fiscalizadores terão o dever de acompanhar a forma como essas novas informações serão recebidas pelo consumidor e o impacto que as mesmas terão.

REFERÊNCIAS

1. Moratoya EE, Carvalhaes GC, Wander AE, Almeida LMMC. Mudanças no padrão de consumo alimentar no Brasil e no mundo. Revista de Política Agrícola. 2013;

22(1): 72-84 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/283/242>.

2. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: 2011 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>.

3. World Health Organization (WHO). Consumption of ultra-processed food and drink products in Latin America: trends, impact on obesity, and policy implications. WHO Technical Report Series. Washington: 2015 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2014/ultra-processed-foods-paho-e-obesity-latin-america-2014.pdf>.

4. Ministério da Saúde (BR). Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022. Brasília: 2011.

5. Ministério da Saúde (BR). Vigitel Brasil 2014: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico - estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2014. Brasília: 2014 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/vigitel_brasil_2014.pdf.

6. David ML, Guivant JS. Os Padrões de Identidade e Qualidade dos Alimentos: uma Análise de suas Transformações no Brasil. Revista Mediações. 2020, 25(1):247-264 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/210472/001114419.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

7. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Modelos de rotulagem nutricional frontal de alto conteúdo de nutrientes críticos comparado a outros modelos de rotulagem frontal nutricional: uma revisão sistemática. Brasília: 2019 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/arquivos-noticias-anvisa/1480json-file-1>.

8. Ministério da Saúde (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 360, de 23 de dezembro de 2003, aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União, n° 251, de 26 de dezembro de 2003 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_360_2003_COMP.pdf/caa_b87a1-e912-459f-8bc0-831a48b95da9.

9. Soares NR, Nunes TP. Avaliação da conformidade dos rótulos de produtos lácteos frente a legislação vigente e a percepção do consumidor sobre rotulagem. Res., Soc. Dev. 2021, 10(3): e24110313223 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13223/1194310>.

10. Ministério da Saúde (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 429, de 8 de Outubro de 2020 que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União, nº 195, de 9 de outubro de 2020 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/RDC_429_2020_COMP.pdf/2ed9794e-374c-4381-b804-02b1f15d84d2.
11. Ministério da Saúde (Brasil). Instrução Normativa IN N° 75, de 8 de Outubro de 2020 que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados.. Diário Oficial da União, nº 195, de 9 de outubro de 2020 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/IN_75_2020_COMP.pdf/e89784b5-ed18-4bdd-a4d4-139724a56d4d.
12. Ministério da Saúde (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 359, de 23 de dezembro de 2003, aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Diário Oficial da União, nº 251, de 26 de dezembro de 2003 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_359_2003_COMP.pdf/1e860ef6-10e6-404b-81e2-87aae8cfd53a.
13. Ministério da Saúde (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 163, de 17 de agosto de 2006, aprova o documento sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados (Complementação das Resoluções-RDC nº 359 e RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003). Diário Oficial da União, nº 160, de 21 de agosto de 2006 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-163-de-17-de-agosto-de-2006.pdf/view>.
14. Ministério da Saúde (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 48 de 5 de novembro de 2010, dispõe sobre o fator de conversão para o cálculo do valor energético do eritritol. Diário Oficial da União, nº 213, de 8 de novembro de 2010 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_48_2010_.pdf/158d45d9-2463-4c1a-b00c-7eb2122deaf9.
15. Ministério da Saúde (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 54, de 12 de novembro de 2012, dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, novembro de 2012 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-54-de-12-de-novembro-de-2012.pdf/view>.
16. Ministério da Saúde (Brasil). Agenda Regulatória Triênio 2021-2023, a Aprova a Agenda Regulatória da Anvisa para o triênio 2021-2023. Diário Oficial da União, nº 95, 21 de maio de 2021 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/agenda-regulatoria-trienio-2021-2023-321232834>.

17. Ministério da Saúde (Brasil). Resolução de Diretoria Colegiada - RDC N° 460, de 21 de dezembro de 2020, dispõe sobre os requisitos sanitários das fórmulas dietoterápicas para erros inatos do metabolismo. Diário Oficial da União, nº 245, 23 de dezembro de 2020 [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-460-de-21-de-dezembro-de-2020-295779608>.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-36>

Capítulo 36

CONTAMINAÇÃO DE AMOSTRAS DE PEITO DE AVES DEFUMADAS POR HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS

Simone Alves da Silva¹; Adriana Palma de Almeida²; Gustavo Zanetti de Rossi³; Gloria Maria Guizzellini⁴; Elizabeth Aparecida Ferraz da Silva Torres⁵; Geni Rodrigues Sampaio⁶

¹Estudante de doutorado da FSP – USP e Pesquisadora do Núcleo de Contaminantes Orgânicos - IAL/SP; E-mail: simone.alves.silva@usp.br, ²Pesquisadora do Núcleo de Contaminantes Orgânicos - IAL/SP; E-mail: adriana.almeida@ial.sp.gov.br, ³Bolsista Fecial do Núcleo de Contaminantes Orgânicos - IAL/SP; E-mail: gzrossi@hotmail.com, ⁴Estudante de doutorado da FSP - USP; E-mail: gloriaguizzellini@gmail.com, ⁵Docente do Depto de Nutrição – FSP - USP. E-mail: eatorres@usp.br, ⁶Docente do Depto de Nutrição – FSP - USP. E-mail: genirs@usp.br.

Resumo: Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) podem ser encontrados em produtos cárneos defumados e, devido aos efeitos altamente tóxicos que podem causar no organismo humano, o monitoramento em produtos alimentícios é fundamental. O objetivo deste estudo foi avaliar os teores de quatro HPAs em produtos de aves defumados, incluindo chester, frango e peru. Os procedimentos analíticos empregados foram saponificação, extração líquido-líquido e purificação com cartuchos de extração em fase sólida de sílica. A quantificação foi realizada por cromatografia líquida de ultra eficiência com detecção por fluorescência. Os resultados mostraram que o hidrocarboneto encontrado com maior frequência foi o criseno e apenas uma amostra de peito de peru foi considerada insatisfatória, com teores dos quatro HPAs acima do preconizado na legislação.

Palavras-chave: contaminantes, cromatografia líquida, produtos cárneos

INTRODUÇÃO

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são compostos com dois ou mais anéis aromáticos fundidos em sua estrutura. Estes são formados a partir da combustão incompleta de matéria orgânica, como madeira, carvão, óleo, gás ou alimentos, permanecendo nas cadeias tróficas e perpetuando a contaminação de alimentos (1). Os HPAs são classificados de acordo com o número de anéis e grau de solubilidade: os HPAs leves (até quatro anéis) são mais voláteis e hidrofílicos, e os HPAs pesados (mais de quatro anéis) apresentam maior estabilidade química, estrutura lipofílica e maior toxicidade, contribuindo para sua permanência no meio ambiente e em tecidos ricos em lipídeos (2,3).

Os alimentos são as principais fontes de contaminação por HPAs para os seres humanos não fumantes, contribuindo para a carcinogenicidade e a mutagenicidade de células humanas de acordo com a Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) (4,5). Para o controle das fontes de contaminação alimentar por HPAs, o Regulamento da Comissão da União Europeia (UE) determinou a avaliação de quatro HPAs, benzo[a]pireno (BaP), benzo[b]fluoranteno (BbF), criseno (Cri) e benzo[a]antraceno (BaA), em alimentos, visto suas toxicidades e carcinogenicidades já comprovadas (6).

Carnes de aves estão amplamente distribuídas na alimentação da população brasileira. Como mostrou a mais recente Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2017-2018) (7), este tipo de proteína de origem animal corresponde a 47,4 g/dia do consumo per capita da população, atrás apenas do consumo de carne bovina, 59,8 g/dia. Porém, quando associados os consumos de carnes de aves, preparações à base de aves e embutidos, estes valores ultrapassam o per capita de carne bovina.

O consumo de alimentos embutidos a base de aves vem sendo uma opção alimentar associada à saudabilidade, devido a menor presença de lipídeos nestes produtos. A fim de melhorar o sabor, a cor e a textura, a maior parte dos embutidos passa por processo de defumação, tornando mais palatáveis e atrativos ao consumo. Os produtos podem ser expostos a dois diferentes métodos de defumação, direto e indireto. No processo direto, os alimentos são expostos à fumaça formada devido à queima parcial do combustível, e variáveis como temperatura, tipo de combustível (diferentes madeiras), umidade e tempo de defumação podem ser fatores que elevam a contaminação dos alimentos por HPAs, expondo os consumidores aos efeitos deletérios destes contaminantes (8).

Considerando o consumo frequente e elevado de embutidos contendo carnes de aves, avaliar a contaminação destes produtos é de extrema importância, já que a presença destes compostos nos alimentos pode afetar diretamente a saúde da população. Assim, este estudo teve como objetivo identificar e quantificar os quatro HPAs (BaP, BbF, Cri e BaA) em carnes de aves defumadas comerciais (chester, frango e peru).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas 10 amostras de peito de aves adquiridas no comércio da cidade de São Paulo, incluindo: um peito de chester, quatro peitos de frango e cinco peitos de peru. As amostras foram trituradas, separadas, armazenadas em embalagens plásticas, protegidas de luz e conservadas em freezer até o momento da análise.

Em dois gramas da amostra foram adicionados 5 mL de hidróxido de potássio etanólico 2M e a mistura foi colocada no ultrasonicador e banho-maria a 40°C por 3 horas. Após resfriar, foram adicionados 5 mL de água (H₂O) e 10 mL de n-hexano. A fase orgânica foi retirada e a extração realizada por mais duas vezes com n-hexano. Realizou-se uma sequência de limpeza da fase orgânica, com 30 mL de metanol (MeOH):H₂O (4:1, v/v), 30 mL de MeOH:H₂O (1:1, v/v) e 30 mL de H₂O. A fase contendo n-hexano foi filtrada em sulfato de sódio anidro, para retirada de água residual, e levada à completa evaporação.

O extrato seco foi ressuspenso em 4 mL de acetonitrila (ACN) e iniciou-se a fase de limpeza do extrato usando cartucho de extração em fase sólida (SPE) de sílica (6 mL, 500 mg, Discovery DSC-Si, Supelco), fundamentando-se no estudo de Bogdanović et al (9). O cartucho foi pré-condicionado com 3 mL de ACN, em seguida foram passados 3 mL do extrato da amostra e por último foi feita uma lavagem com 3 mL de ACN, com fluxo máximo de 2 mL/min. O procedimento de limpeza foi realizado em sistema automatizado de SPE (Gilson GX-274 ASPEC, Gilson Inc., Middleton, WI, EUA). O extrato final foi colocado em concentrador a vácuo a 30°C até completa evaporação. O resíduo foi dissolvido em 1 mL de ACN, filtrado em membrana de PTFE 0,22 µm e acondicionado em vial para análise cromatográfica.

Os quatro HPAs, benzo[a]antraceno (BaA), criseno (Cri), benzo[b]fluoranteno (BbF) e benzo[a]pireno (BaP) foram identificados e quantificados por cromatografia líquida de ultra eficiência (UPLC) com detecção por fluorescência, marca Shimadzu, segundo método de Silva et al (10). As condições cromatográficas aplicadas foram: temperatura do forno 30°C, injeção automática 2 µL, fluxo 0,4 mL/min, fase móvel ACN:H₂O, com gradiente de eluição: 0-0,9 min, 65% ACN; 0,9-7 min, gradiente linear 65-75% ACN; 7-17 min, 75% ACN; 17-20 min, gradiente linear 75-100% ACN; 20-24 min, 100% ACN; retornando às condições iniciais. A separação dos compostos ocorreu na coluna Zorbax Eclipse PAH (100 mm x 2,1 mm, 1,8 µm, Agilent), protegida por coluna de guarda (5 mm x 2,1 mm, 1,8 µm, Eclipse Plus, Agilent). Os comprimentos de onda de excitação e emissão empregados foram: 270 nm e 390 nm (para BaA e Cri) e 290 nm e 430 nm (para BbF e BaP). O tempo de análise foi de 27 min. Os compostos foram identificados pela comparação dos tempos de retenção com padrões individuais dos HPAs. Os picos foram integrados e quantificados usando software LabSolutions (Shimadzu). A quantificação foi realizada por padronização externa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A faixa de linearidade foi avaliada na faixa de 1,00 a 20,00 ng/mL. Os limites de quantificação foram de 0,50 µg/kg (para Cri, BbF e BaP) e 1,00 µg/kg (para BaA) (11). A Figura 1 apresenta um cromatograma de uma amostra de peito de peru fortificada com os quatro HPAs.

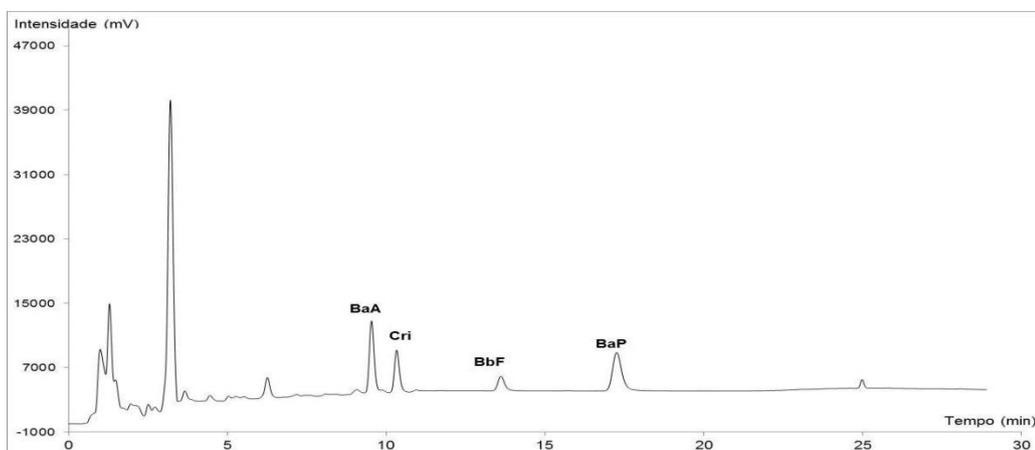


Figura 3 – Cromatograma obtido pela análise em UPLC para amostra de peito de peru fortificada com 5,0 ng/g; BaA – Benzo[a]antraceno, Cri – Criseno, BbF – Benzo[b]fluoranteno, BaP – Benzo[a]pireno
 Fonte: Próprio autor (2020)

Os resultados para os hidrocarbonetos nas amostras de peito de aves (chester, frango e peru) constam na Tabela 1. A maior faixa de concentração encontrada foi para o criseno, com valores entre menor que LQ (0,50 µg/kg) e 13,41 µg/kg. O hidrocarboneto com menores concentrações foi o benzo[a]pireno.

Em relação ao Regulamento nº 835/2011 da Comissão Europeia (6), a maior parte das amostras apresentou valores satisfatórios, dentro do estabelecido como seguro para carnes defumadas e produtos defumados, para BaP (2,0 µg/kg) e para 4 HPAs (12,0 µg/kg). Uma amostra de peito de peru (amostra 10) foi considerada insatisfatória para os quatro HPAs (18,01 µg/kg), com quantidades mais elevadas de criseno (13,41 µg/kg).

Tabela 1 - Teores de HPAs (µg/kg) para amostras de peitos de aves defumadas (chester, frango e peru)

Amostras	BaA	Cri	BbF	BaP	Soma 4 HPAs
1	<LQ	3,67	<LQ	<LQ	3,67
2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
4	<LQ	1,99	<LQ	<LQ	1,99
5	<LQ	3,38	1,52	<LQ	4,90
6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
8	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
9	2,52	<LQ	<LQ	<LQ	2,52
10	4,60	13,41	<LQ	<LQ	18,01
Range	<LQ – 4,60	<LQ – 13,41	<LQ – 1,52	<LQ	<LQ – 18,01

Amostras: (1= Chester); (2 - 5 = Frango); (6 – 10 = Peru); Valores expressos como média de duas replicatas; <LQ: abaixo do limite de quantificação; BaA: benzo[a]antraceno; Cri: criseno; BbF: benzo[b]fluoranteno; BaP: benzo[a]pireno

A contaminação de amostras de peito de peru e frango foi considerada baixa em amostras analisadas no Qatar (12), com os resultados para BaA, Cri e BaP abaixo do limite de quantificação, próximos aos valores encontrados neste estudo.

O *Codex Alimentarius* estabelece através do CAC/RCP 68/2009 um código de práticas para reduzir a contaminação de alimentos com HPAs através da defumação e processos de secagem direta (13). Neste são indicados, dentre diversas variáveis, três que apresentam ter maior influência na formação dos HPAs: o método de defumação (direto ou indireto), a temperatura durante a defumação e o tipo de invólucro dos produtos embutidos. Mas sabe-se que o controle de outras variáveis, como o tipo de madeira, o tempo de defumação e teor de gordura no alimento, são fatores que podem ajudar na redução do teor final de HPAs em produtos defumados (14).

Produtos cárneos com alto teor de gordura animal são mais suscetíveis à formação de HPAs quando submetidos a processos de defumação. Adaptações no processo de defumação, como redução de tempo de defumação e exposição direta a fumaça, são estratégias de boas práticas de produção que podem ser implementadas para a redução das concentrações sem alterar o sabor deste tipo de produto (15).

CONCLUSÕES

Dentre os compostos avaliados, a maior concentração foi observada para o criseno, que também foi o mais comum entre as amostras. Em relação ao Regulamento CE nº 835/2011, este estudo mostrou que todas as amostras foram consideradas satisfatórias para o BaP e somente uma amostra (10%) apresentou resultado acima do permitido (18,01 µg/kg) para a soma dos quatro HPAs. Considerando a carcinogenicidade relacionada a estes contaminantes, o monitoramento em alimentos deve ser realizado de maneira contínua, incluindo outros produtos cárneos defumados, com a intenção de estimar o risco de exposição da população através do consumo destes alimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio à pesquisa (2018/19005-6) e a parceria com o Instituto Adolfo Lutz.

REFERÊNCIAS

1. Zelinkova Z, Wenzl T. The occurrence of 16 EPA PAHs in food—a review. *Polycyclic Aromat. Compd.* 2015;35(2-4):248-84.
2. Alomirah H, Al-Zenki S, Al-Hooti S, Zaghoul S, Sawaya W, Ahmed N, Kannan K. Concentrations and dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from grilled and smoked foods. *Food Control.* 2011;22(12):2028-35.
3. Singh L, Varshney JG, Agarwal T. Polycyclic aromatic hydrocarbons' formation and occurrence in processed food. *Food Chem.* 2016;199:768-81.
4. IARC – International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, overall evaluation of carcinogenicity. *Polynuclear Aromatic Compounds.* vol. 35. Lyon: IARC; 2010.
5. IARC – International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, overall evaluation of carcinogenicity. *Chemical Agents and Related Occupations.* vol. 100F. Lyon: IARC; 2012.
6. CEC – Commission of the European Communities. Commission Regulation (EC) nº 835/2011, of 19 August 2011. Amending Regulation (EC) nº 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuffs. *Official J Eur. Union.* 2011;L215:4-8.
7. IBGE. Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) 2017-2018: Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil. [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2020. [acesso 12 Nov 2021]. Disponível em:

- <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101742>
8. Wang C, Xie Y, Wang H, Bai Y, Dai C, Li C, et al. Phenolic compounds in beer inhibit formation of polycyclic aromatic hydrocarbons from charcoal-grilled chicken wings. *Food Chem.* 2019;294:578-86.
 9. Bogdanović T, Pleadin J, Petričević S, Listeš E, Sokolić D, Marković K, et al. The occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons in fish and meat products of Croatia and dietary exposure. *J Food Comp Anal.* 2019;75:49–60.
 10. Silva SA, Torres EAFS, Almeida AP, Sampaio GR. Polycyclic aromatic hydrocarbons content and fatty acids profile in coconut, safflower, evening primrose and linseed oils. *Food Chem.* 2018;245:798-805.
 11. INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Orientação sobre validação de métodos de ensaios químicos. DOQ-CGRE-008. Revisão 7. [Internet]. 2018. [acesso em 3 Nov 2021]. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/doc_organismos.asp?tOorganismo=CalibEnsaio
 12. Al-Thaiban H, Al-Tamimi N, Helaleh M. Development of QuEChERS method for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked meat products using GC-MS from Qatar. *J. Anal. Chem.* 2018; 9206237:1-11.
 13. Codex Alimentarius. RCP 68/2009. Code of practice for the reduction of contamination of food with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) from smoking and direct drying processes. [Internet]. 2009. [acesso em 9 Nov 2021]. Disponível em: http://www.codexalimentarius.org/download/standards/11257/CXP_068e.pdf
 14. Ledesma E, Rendueles M, Díaz MJFC. Contamination of meat products during smoking by polycyclic aromatic hydrocarbons: Processes and prevention. *Food Control*, 2016;60:64-87.
 15. Kafouris D, Koukkidou A, Christou E, Hadjigeorgiou M, Yiannopoulos S. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in traditionally smoked meat products and charcoal grilled meat in Cyprus. *Meat Sci.* 2020;164:10808849.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-37>

Capítulo 37

AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE ALIMENTOS FABRICADOS EM INHUMAS-GO

Lethicya Lucas Pires da SILVA¹ e Simone Silva MACHADO²

¹Estudante do Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – IFG; E-mail: lethicyalp@gmail.com, ²Docente/pesquisador do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Inhumas – IFG; Email: simone.machado@ifg.edu.br

Resumo: Os rótulos de alimentos possuem informações que agregam valor ao produto, tendo como principal função a comunicação entre o fabricante e o consumidor. Essas informações permitem que os consumidores façam escolhas e analisem a quantidade e qualidade dos constituintes nutricionais presentes no alimento. É fundamental que as declarações estejam expressas de forma clara e exata, para que não haja interpretações erradas ou de duplo sentido. Pesquisas mostram que existem ausência de informações obrigatórias e descrições incorretas da composição do produto. O objetivo deste estudo foi avaliar e identificar a adequação das informações contidas nos rótulos de produtos industrializados de empresas localizadas no município de Inhumas – GO à legislação brasileira vigente. Foi elaborado uma ficha de avaliação baseada nas determinações da RDC nº 259/02, RDC nº 359/03 e RDC nº 360/03, todas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), Ministério da Saúde. Diante disso, verificou-se com os resultados que os rótulos das pipocas, salgadinhos e geleias apresentaram as melhores porcentagens para conformidades (100%), já os rótulos dos doces em calda, talhados e ralados apresentaram índices mais baixos de conformidades (96%). Ademais, percebe-se que os itens com mais inadequações são as unidades de medidas e declaração de nutrientes.

Palavras-chave: consumidor; legislação de alimentos; rótulo de alimentos

INTRODUÇÃO

O rótulo de alimentos se tornou uma ferramenta fundamental de comunicação e informação. Nele, o consumidor tem acesso a informações sobre composição, perfil nutricional, origem e conteúdo para que possa comparar e escolher produtos. De acordo com Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 259/2002 (1), rotulagem é conceituada como “toda inscrição, legenda, imagem ou toda matéria descritiva ou gráfica, escrita, impressa, estampada, gravada, gravada em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem do alimento.”

No Brasil, a rotulagem de alimentos embalados é regulamentada pela legislação através de órgãos como o Ministério da Saúde por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

(MAPA) e do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). O princípio geral de todas as legislações pertinentes à rotulagem de alimentos é fornecer aos consumidores uma base para que façam escolhas informadas em relação aos gêneros alimentícios que consomem e para prevenir todas as práticas que possam induzir o consumidor a erro.

Muitas indústrias de alimentos, sobretudo as micro e pequenas empresas, possuem carência de informações e não seguem os aspectos legais vigentes que norteiam a rotulagem. Com o objetivo de facilitar a compreensão das informações nutricionais pelo consumidor, a ANVISA iniciou, há quase três anos, o processo de revisão das normas para rotulagem atuais para adoção de um novo modelo de rotulagem nutricional de alimentos. No dia 07 de outubro de 2020, a Diretoria Colegiada da Anvisa aprovou por unanimidade a nova norma sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados.

Pesquisas na área de alimentos mostram carência de algumas informações dos rótulos ou até mesmo mensagens confusas que podem induzir o consumidor ao erro (2). As legislações de alimentos começaram a ser produzidas na década de 50, mas somente foram obrigatórias em 1999, com a criação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). O decreto lei nº 986 de 1969 (3), designa que “todo o alimento será exposto ao consumo ou entregue à venda depois de registrado no Ministério da Saúde.” Sendo assim, algumas informações são fundamentais, como: tipo de alimento; nome ou marca; nome do fabricante; local da fábrica; número de registro no Ministério da Saúde; indicação do emprego de aditivos intencionais; número de identificação da partida, lote, data de fabricação e a indicação do peso e/ou volume que devem constar de forma obrigatória e legível nas embalagens dos produtos (4).

A Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002 (1) destaca que alimentos embalados não devem constar algumas informações como: utilização de vocábulos, sinais, frases incorretas ou falsas que deixe o consumidor confuso; não deve indicar que o alimento possui propriedades medicinais ou terapêuticas; não deve dizer que o produto previne doenças ou possui ação curativa.

O rótulo tem a capacidade de garantir a rastreabilidade dos alimentos, recomposição da história com a exposição da origem, composição e registro de cada processo industrial (5). Além disso, a rotulagem dos alimentos orienta o consumidor sobre a qualidade e a quantidade dos constituintes nutricionais dos produtos, e assim pode promover escolhas alimentares apropriadas, sendo indispensável, no entanto, a fidedignidade das informações. No entanto, tem sido observado o repasse de informações incorretas, que podem gerar confusão, principalmente no que tange à informação nutricional complementar (INC) e às normas sobre alimentos para fins especiais (6).

As informações contidas nos rótulos contribuem para a saúde da população. As leis e códigos solicitam informações imprescindíveis, de forma adequada para evitar confusões, porém ainda é visível as diversas irregularidades encontradas. Estudos mostram que existem ausência de informações obrigatórias e descrições incorretas da composição do produto (7).

É percebido a não conformidade de muitos produtos comercializados, também é identificado a dificuldade do consumidor em interpretar as informações disponibilizadas. Além disso, muitos consumidores não conhecem a rotulagem nutricional, por isso não demonstram muito interesse por esses dados. É importante a verificação dos itens que necessitam de maior aprimoramento e modificações, visando melhorar o entendimento e suprir as necessidades do mercado (8).

De acordo com Gonçalves et al (9), é importante que os dados contidos nos rótulos sejam completos, verdadeiros, esclarecedores, com a devida quantidade e qualidade, além de mostrar as demais características da composição do alimento. Apesar dos rótulos serem obrigatórios, não significa que os consumidores estão utilizando na escolha de produtos para melhorar sua dieta e alimentação saudável. Por isso, é necessário que as pessoas saibam interpretar a rotulagem nutricional.

Além disso, é necessário que a rotulagem esteja adequada. Para rotular corretamente, as empresas devem estar atentas em todo o seu processo de fabricação e também na escolha da matéria prima, passando a informação de forma clara, legível, com localização e fonte de letra que seja de fácil identificação (10).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no período de novembro de 2020 a agosto de 2021, com a análise dos rótulos de alimentos processados e produzidos pelas empresas localizadas no município de Inhumas – GO.

Foi realizado o levantamento e a seleção dos alimentos e a seguir apresentada aos responsáveis pela rotulagem das indústrias uma proposta de pesquisa quantitativa, com aplicação de uma ficha de verificação baseada nas legislações vigentes. A ficha de verificação foi elaborada conforme as Resoluções RDC n° 259/2002 (1), RDC n° 359/2003 (11) e RDC n° 360/2003 (12). A nova legislação RDC n° 429/ 2020 da Agência de Vigilância Sanitária (13), ainda não está em vigor, por isso não foi possível analisar sua aplicação nos rótulos avaliados.

Após a validação da ficha de verificação, a mesma foi aplicada para a avaliação de 75 rótulos de produtos de cinco indústrias do município de Inhumas – GO. Para elaboração dos gráficos e análise dos resultados, utilizou-se o *software* Excel para obtenção das frequências dos dados coletados. De acordo com os resultados obtidos pela tabulação dos dados coletados, foi elaborado, entregue e explicado aos responsáveis pela rotulagem dos produtos, de cada empresa, um manual didático de orientação da rotulagem de alimentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento dos alimentos processados produzidos por empresas localizadas em Inhumas – GO, foram selecionadas cinco indústrias e analisados 75 rótulos de seus produtos.

Os rótulos dos produtos selecionados foram avaliados segundo os itens pré-definidos, conforme as legislações, e o número de rótulos em não conformidade com as legislações vigentes está apresentada nas tabelas 1 e 2.

As irregularidades evidentes durante a análise dos rótulos foram unidade de medida incorreta e a não declaração de alguns nutrientes obrigatórios. A indústria A teve 23,3 % de seus rótulos com inconformidades na unidade de medida e 10% dos rótulos não apresentaram a declaração de todos os nutrientes obrigatórios. Já a indústria E apresentou irregularidades em 14,3% de seus rótulos, em relação à declaração dos nutrientes obrigatórios.

Tabela 1: Porcentagem de irregularidades apresentados nos produtos analisados, por indústria de Inhumas-GO.

Irregularidades	Indústria (%)				
	A	B	C	D	E
Vocábulos ou outras representações gráficas que possam tornar a informação falsa/incorrecta ou que possa induzir o consumidor a erro ou engano, em relação à composição, procedência, tipo, qualidade, quantidade, validade, rendimento ou forma de uso do alimento.	0	0	0	0	0
Atribuição de efeitos ou propriedades que não possuam ou não possam ser demonstradas.	0	0	0	0	0
Destaque da presença ou ausência de componentes que sejam intrínsecos ou próprios de alimentos de igual natureza.	0	0	0	0	0
Ressalte de qualidades que possam induzir a engano com relação a reais ou supostas propriedades terapêuticas de componentes/ ingredientes.	0	0	0	0	0
Indicação de que o alimento possui propriedades medicinais ou terapêuticas.	0	0	0	0	0
Erro de indicação de denominações geográficas.	0	0	0	0	0
Ausência da expressão "tipo" para alimentos fabricados segundo tecnologias características de diferentes lugares geográficos, para a de propriedades sensoriais semelhantes ou parecidas com aquelas que são típicas de certas zonas reconhecidas.	0	0	0	0	0
Rotulagem fora dos estabelecimentos processadores, habilitados pela autoridade competente do país de origem, para elaboração ou fracionamento.	0	0	0	0	0
Informação obrigatória não atende aos critérios: escrita no idioma oficial do país de consumo com caracteres de tamanho, realce e visibilidade adequados, sem prejuízo da existência de textos em outros idiomas.	0	0	0	0	0
Ausência da denominação de venda do alimento.	0	0	0	0	0
Ausência da lista de ingredientes.	0	0	0	0	0
Ausência de conteúdos líquidos.	0	0	0	0	0
Ausência da identificação da origem.	0	0	0	0	0
Ausência de identificação do lote.	0	0	0	0	0
Ausência de prazo de validade.	0	0	0	0	0
Ausência de instruções sobre o preparo e uso do alimento, quando necessário.	0	0	0	0	0
Erro na lista de ingredientes, quanto a constar em ordem decrescente, da respectiva proporção.	0	0	0	0	0
Ausência da declaração de nutrientes básicos obrigatórios.	10	0	0	0	14,3
Ausência da declaração de aditivos.	0	0	0	0	0
Unidade de medida incorreta.	23,3	0	0	0	0
Ausência do nome (razão social) do fabricante ou produtor ou fracionador ou titular (proprietário) da marca.	0	0	0	0	0
Ausência do País de origem, município e endereço completo.	0	0	0	0	0
Ausência do número de registro ou código de identificação do estabelecimento fabricante junto ao órgão competente.	0	0	0	0	0
Ausência de termos para identificar a origem ("fabricado em...", "produto ..." ou "indústria ...").	0	0	0	0	0
Ausência da identificação do lote (código ou linguagem clara, que permita identificar o Lote a que pertence o alimento, de forma que seja visível, legível e indelével).	0	0	0	0	0
Ausência de porção e medidas caseiras.	0	0	0	0	0

Fonte: Lethicya Lucas Pires da Silva (2021).

Quanto a categoria dos produtos, as pipocas, salgadinhos e geleias apresentaram os melhores índices de conformidades nas suas rotulagens. Sendo 100% de conformidades e 0% de não conformidades, conforme apresentado na figura 1. Os doces em calda, talhados e ralados apresentaram os índices mais baixos de conformidades nas suas rotulagens. Sendo 96% de conformidades e 4% de não conformidades (figura 1).

Tabela 1: Porcentagem de produtos em conformidade com as legislações vigente sobre rotulagem de alimentos, por categoria.

Categoria	Conformidades (%)
Pipocas e salgadinhos	100
Geleias	100
Doces em pasta	97,8
Doces em calda	96
Doces em barra, tabletes e pedaços	99,7
Cocadas	97,5
Doces cristalizados	98,1
Doces talhados e ralados	96
Temperos e condimentos	99

Fonte: Lethicya Lucas Pires da Silva (2021).

Algumas das não conformidades mais recorrentes foram unidade de medida incorreta e falta de declaração de nutrientes, como proteína, por exemplo. Segundo o artigo 2º da RDC nº 360/2003 (12), na rotulagem nutricional deverá ser declarado os seguintes nutrientes: valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans e sódio. É de suma importância essa informação de forma correta e adequada, pois é um direito do consumidor. Conforme Silva et al (14), a informação correta nos rótulos dos alimentos faz parte do direito a alimentação, por apresentar fundamentos que estabelecem práticas alimentares saudáveis, portanto, se trata de uma questão de segurança alimentar e nutricional.

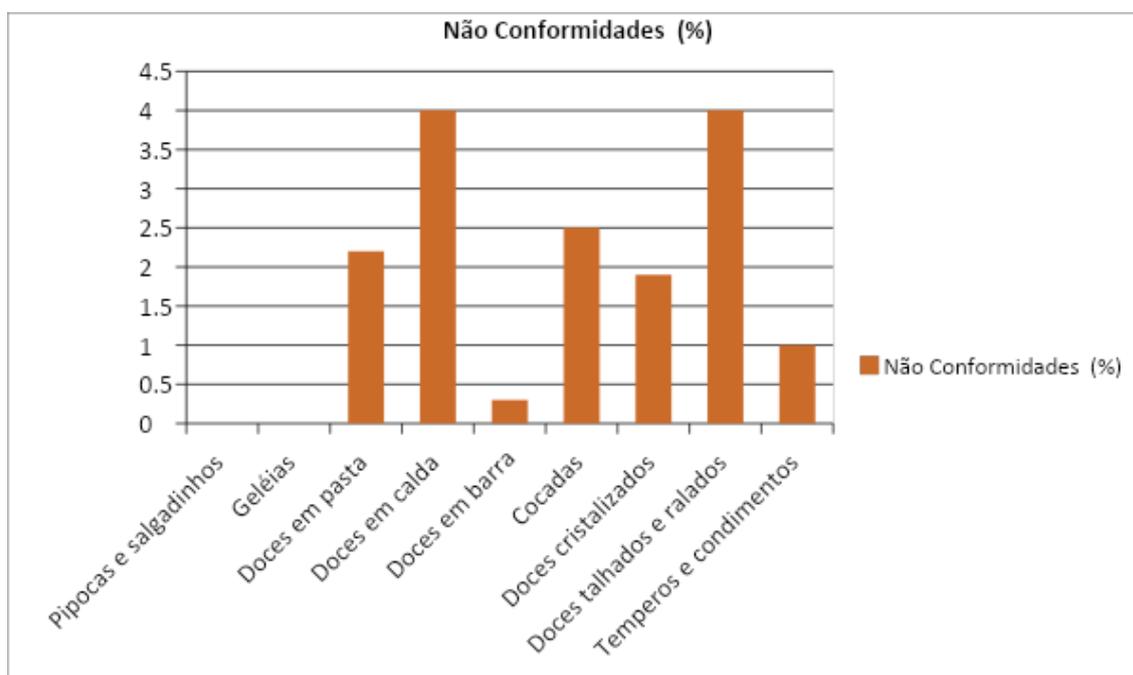


Figura 1: Porcentagem de produtos em não conformidade com as legislações vigentes sobre rotulagem de alimentos.

Fonte: Lethicya Lucas Pires da Silva (2021).

Pouco mais de 26% da rotulagem analisada estava com alguma não conformidade na unidade de medida e cerca de 16% ocultou a declaração de nutrientes exigidos. Já

Ribeiro et al. (15), analisando a rotulagem de geleias verificaram que em 40% dos rótulos analisados a informação nutricional estava incompleta ou ausente.

O material elaborado e entregue aos responsáveis pela rotulagem dos produtos em cada indústria, enfocou os itens de não conformidades analisados. Para a legislação é fundamental que todos os critérios estejam bem claros e precisos no rótulo, para facilitar a compreensão dos consumidores.

Santos et al. (16) realizaram um estudo aplicando um *check list* em supermercados do município de Santa Luzia/PB, encontraram não conformidades na denominação de venda, ausência da função do aditivo alimentar, ausência da declaração de alergênicos, tabela nutricional incorreta, ausência do modo de conservação e carimbo SIF. Por fim, os autores concluíram que havia falhas nas informações contidas nos rótulos.

De acordo com Sousa, Monte e Silva (17), os rótulos de gelados comestíveis produzidos na cidade de Teresina-Piauí possuíam inadequações, algumas marcas apresentaram não conformidades nos seguintes critérios: lote, modo de conservação, valores diários de referência, porção/medida caseira, alergênicos e legibilidade dos textos (tamanho da letra pequeno e cor de fundo com contraste errado).

Silva e Nascimento (18) analisaram 102 rótulos de alimentos infantis de supermercados distribuídos na cidade de Aracaju/SE. Foram encontrados maiores índices de inadequações na identificação do país de origem, painel principal, indicação de corantes e aromatizantes, validade, conservação e ingredientes compostos. Ademais, erros referentes a tabela nutricional também foram encontrados.

CONCLUSÕES

Diante disso, concluiu-se que as pipocas, salgadinhos e geleias apresentaram os melhores índices de conformidades nas suas rotulagens (100%). Os doces em calda, talhados e ralados apresentaram os índices mais baixos de conformidades nas suas rotulagens (96%). As inadequações estão presentes nos itens referentes a unidade de medida e declaração de nutrientes exigidos, sendo 26,7% e 16%, respectivamente. Em geral todos os alimentos estão com valores acima de 96% em suas conformidades. É imprescindível que as indústrias alimentícias se adequem às normas das legislações vigentes da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Inhumas pela oportunidade, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa e as indústrias de alimentos que aceitaram fazer parte do estudo.

REFERÊNCIAS

1. Brasil, Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Aprova regulamento técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Publicação: D.O.U.; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2002.
2. Bastos A. A. et al. Avaliação da qualidade sanitária dos rótulos de alimentos embalados de origem animal. Rev. Baiana de Saúde Pública. v.32, n.2, p.218-231 Maio/ago. 2008.

3. Brasil. Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969. Dispõe sobre normas básicas sobre alimentos dos Ministérios da Marinha de Guerra, do Exército e da Aeronáutica Militar. Diário Oficial da União. 21 de outubro de 1969; Seção 1.
4. Câmara M. C. C. Análise Crítica da Rotulagem de Alimentos Diet e Light no Brasil. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, novembro de 2007.
5. Araújo W. D. R. Importância, estrutura e legislação da rotulagem geral e nutricional de alimentos industrializados no Brasil. Rev. Acadêmica Conecta FASF 2 (1): p 35-50. Minas Gerais, 2017.
6. Câmara M. C. C. et al. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil. Rev. Panamericana de Salud Publica, Washigton, v. 23, n. 1, p. 52- 58, 2008.
7. Pereira J. R. P, Nomelin Q. S. S.; Pascoal, G. B. Análise de conformidade das informações apresentadas nos rótulos de barras de cereais e pães light. Revista Científica, Ed. 9, vol.1, 2014.
8. Smith A. C. de L, Muradian L. B. de A. Rotulagem de alimentos: avaliação da conformidade frente à legislação e propostas para a sua melhoria. 2011. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
9. Gonçalves N. A, Cecchi P. P, Vieira R. M, Santos M. D. A, Almeida T. C. Rotulagem de alimentos e consumidor. Nutrição Brasil, vol. 14, nº 4, 2015.
10. Rovedo M. Contaminação cruzada por glúten na indústria de alimentos. FENACELBRA, VII COINE, Rio de Janeiro, 2008.
11. Brasil, Resolução RDC nº 359, de 23 de Dezembro de 2003. Aprova regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Diário Oficial da União. 26 de dez 2003.
12. Brasil, Resolução RDC nº 360, de 23 de Dezembro de 2003. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União. 26 de dez 2003.
13. Brasil, Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União. 9 de outubro de 2020. Seção 1.
14. Silva L M M, Sousa, F C, Vieira C S A, Sousa E P, Feitosa M K S B. Avaliação da rotulagem de alimentos com base nos parâmetros nutricionais e energéticos. Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável, v.7, n.1. Pombal, Paraíba. 2012.

15. Ribeiro O R, Cunha F L, Carneiro C S, Mársico E T. Avaliação da adequação da rotulagem de geléias reais. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 19, n. 2. Niterói, Rio de Janeiro. 2012.
16. Santos E N, Medeiros I F, Feitoza J V F, Vieira F.J.A Dantas T. N. P. Avaliação da rotulagem de produtos de origem animal comercializados na cidade de Santa Luzia-PB. Revista Brasileira de Gestão Ambiental. Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas-GVAA. Pombal, Paraíba. 2020.
17. Sousa M R O, Monte A M, Silva M S. Rotulagem de gelados comestíveis: avaliação da conformidade frente a legislação brasileira. Revista PUBVET, v. 15, n° 6. Maringá, Paraná. 2020.
18. Silva J A, Nascimento B M S. Análise da adequação de rótulos de alimentos infantis frente a rotulagem geral e nutricional. Brazilian Journal of Health Review, v. 4, n. 2. Curitiba, Paraná. 2021.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-38>

Capítulo 38

RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE *Salmonella* TYPHIMURIUM ISOLADAS DE ALIMENTOS E HUMANOS NO BRASIL

Ana Laura Martins Ferreira¹, Guilherme Paz Monteiro², Eliane Pereira Mendonça³, Fernanda Aparecida Longato dos Santos⁴, Dália dos Prazeres Rodrigues⁵, Daise Aparecida Rossi³, Roberta Torres de Melo³

¹Estudante do curso de Medicina Veterinária – FAMEV – UFU; anavet70@gmail.com, ²Doutor em Ciências Veterinárias – UFU; ³Docente da Faculdade de Medicina Veterinária – FAMEV – UFU;

⁴Mestranda em Ciências Veterinárias – UFU; ⁵Doutora em Ciências (Bacteriologia) – UFRJ

Resumo: As infecções por *S. Typhimurium* representam risco a saúde pública, sendo um dos principais sorovares envolvidos na salmonelose humana. Objetivou-se determinar os perfis de resistência a antimicrobianos de importância para o tratamento de salmonelose humana em 43 cepas de *S. Typhimurium* isoladas de alimentos e pacientes humanos entre os anos de 2011 a 2017. As cepas foram avaliadas quanto a presença de genes associados a resistência aos β -lactâmicos (*bla*_{TEM}, *bla*_{SHV}) e fluorquinolonas (*qnrS* e *qnrA*), além de fenotipicamente, pela determinação da concentração inibitória mínima (CIM). Foram identificados 15 perfis de resistência fenotípica, sendo nove classificados como multirresistentes; o perfil mais prevalente foi o de cepas resistentes a colistina e com resistência intermediária ao meropenem e ceftriaxona. A soma da resistência e resistência intermediária fenotípica determinada a drogas das classes dos carbapenêmicos, polimixinas foi de 35 (81,4%) em ambas e demonstraram a gravidade do problema. Não houve relação entre o caráter fenotípico e genotípico para a resistência aos betalactâmicos, já que o gene *bla*_{TEM} foi identificado em apenas 37% das cepas, sugerindo envolvimento de outros genes no fenótipo. Os resultados alertam para a necessidade de monitoramento da resistência antimicrobiana de *S. Typhimurium* e seu impacto no tratamento de infecções.

Palavras-chave: Infecções; Susceptibilidade antimicrobiana; Salmonelose

INTRODUÇÃO

Os alimentos podem sofrer contaminação em todas as etapas da cadeia produtiva ou durante o seu preparo, levando a ocorrência de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) (1). Nos últimos anos, *Salmonella* spp. estabeleceu-se como um dos principais agentes causadores de DTAs no Brasil, identificada de forma isolada ou em surtos, e responsável por 90% dos casos registrados no país de 2007 a 2016 (2).

Com distribuição mundial, *Salmonella* spp. infecta hospedeiros de diferentes espécies e possui uma grande variedade de sorovares (3). A ampla distribuição de *Salmonella* spp. entre diferentes espécies e sua permanência no ambiente e em alimentos contribui para o aumento dos casos de salmonelose de origem alimentar. A transmissão ocorre via fecal-oral, pela ingestão de alimentos ou água contaminados e pelo contato direto com indivíduos doentes (4).

Devido a predileção do micro-organismo pela colonização do trato intestinal de aves, suínos e bovinos, há maiores chances de contaminação da carne, ovos, leite e seus derivados. Já no ambiente, a água e o solo contaminados com fezes de animais constituem a principal fonte de infecção, podendo também, levar a contaminação de vegetais (5)(6).

S. Typhimurium é um dos sorovares mais envolvidos em surtos alimentares e é o principal sorovar isolado de humanos com infecções sistêmicas no Brasil (7). A manifestação clínica mais comum está restrita a quadros entéricos, que podem evoluir para quadros extra intestinais ou septicemia, cuja necessidade de tratamento antimicrobiano é imprescindível (8). A dificuldade de controlar infecções causadas por *Salmonella* spp. pode ser associada a presença de genes de resistência aos antimicrobianos dispostos nos plasmídeos ou no cromossomo. Os genes do tipo *bla_{SHV}* e *bla_{TEM}* estão associados a resistência a betalactâmicos (9)(10) e suas enzimas estão entre as mais prevalentes das últimas décadas (11). Já os genes *qnr* são mediados por plasmídeo e estão agrupados em 5 famílias distintas, incluindo *qnrS* e *qnrA* (12), e podem ser identificados em um mesmo plasmídeo, o que facilita a seleção de resistência as fluorquinolonas (13).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou caracterizar e verificar a disseminação de perfis de resistência aos antimicrobianos mais eleitos para o tratamento de salmonelose na medicina humana e veterinária, em cepas de *S. Typhimurium* isoladas de amostras de alimentos e pacientes humanos no Brasil, no período de 2011 a 2017.

MATERIAIS E MÉTODOS

Origem das cepas

As cepas de *S. Typhimurium* foram cedidas pelo Instituto Oswaldo Cruz – RJ (FIOCRUZ) da Coleção Biológica de Bactérias de Interesse em Saúde Pública, provenientes de amostras de alimentos e pacientes humanos com quadro de salmonelose, entre os anos de 2011 a 2017, assim como suas informações de origem (Tabela 1).

Tabela 1: Isolamento das cepas de *S. Typhimurium* de alimentos e infectados (Brasil) de 2011 a 2017.

Ano	Fonte	Nº de cepas	Local	Amostra
2011	Humano	2	RS	Fezes
	Alimento	4	GO, PR, RS, MT	(3)Aves, Peixe congelado
2012	Humano	3	RS	(2)Fezes, Sangue
	Alimento	4	(2)BA, RS, MT	(2)Salada crua, CBR ¹ , CSC ²

2013	Humano	2	MG, RS	Humano, sangue
	Alimento	3	SP, (2)SC	Carne suína, CF ³ , Aves
2014	Humano	5	(2)SC, (3)RS	Fezes
	Alimento	3	RS, (2)MG	SBM ⁴ , Linguça suína, FR ⁵
2015	Humano	6	RS	Fezes
	Alimento	1	MG	Aves
2016	Humano	3	(2)RS, GO	(2)Fezes, Secreção de Abcesso,
	Alimento	2	RS, SC	Peru, CMS ⁶
2017	Humano	2	RS	Fezes, sangue
	Alimento	3	MG	Filé de peito, CMS ⁶ , Orelha suína

¹CBR: carne bovina resfriada; ²CSC: carne suína congelada; ³CF: carne de frango; ⁴SBM: salada de batata com maionese; ⁵FR: farinha de resíduos; ⁶CMS: carne mecanicamente separada.

Desenho do estudo

As estirpes foram submetidas à pesquisa de quatro genes de resistência aos antimicrobianos, *bla_{TEM}* e *bla_{SHV}*, classe dos β-lactâmicos e *qnrS* e *qnrA*, classe das fluoroquinolonas e a susceptibilidade fenotípica a quatro drogas pertencentes a três classes de importância na medicina humana e veterinária, sendo: Ceftriaxona (Triaxon – TEUTO, Brasil – classe dos β-lactâmicos – subclasse das cefalosporinas de terceira geração), Meropenem (Meropenem – TEUTO, Brasil – classe dos β-lactâmico – subclasse dos carbapenêmicos), Ciprofloxacina (Ciprodez – Biovet, Brasil – fluoroquinolonas) e Colistina (Colis-tek - Opem Pharmaceuticals, Brasil – classe das polimixinas).

Genes associados à resistência

A técnica de PCR foi utilizada para avaliação quatro genes associados à resistência (*bla_{TEM}*, *bla_{SHV}* - classe dos β-lactâmicos e *qnrS* e *qnrA* - classe das fluoroquinolonas), selecionados previamente com base na resistência a antimicrobianos das classes mais utilizadas na medicina humana e veterinária.

A extração do DNA foi feita com o kit Wizard Genomic Purification (Promega, EUA), em acordo com as recomendações do fabricante, e quantificado em seguida em espectrofotômetro Nanodrop (Thermo Scientific®).

Para a realização da reação de PCR foi utilizado o kit GoTaq® Green Master Mix (Promega, EUA), os pares de *primers forward* e *reverse* (Tabela 2) específicos para cada gene e água ultra-pura, com volume final de 25μL, consistindo na amplificação de 10 ng do DNA *template* em termociclador (*Eppendorf*®, Alemanha). A reação constou da fase de desnaturação inicial que ocorreu à 94°C por 5 minutos e a extensão final à 72°C por 10 minutos, com variação de tempo e repetições de ciclagem para cada gene e temperatura de anelamento (Tabela 2). A eletroforese em gel de agarose 1,5% foi feita com corante Sybr Safe (Invitrogen®) e marcador de peso molecular de 100bp (Invitrogen®, EUA).

As bandas resultantes foram visualizadas no transiluminador sob luz ultra-violeta (Loccus Biotecnologia®, Brasil).

Tabela 2. Genes e funções, amplificação, tamanho do amplicon e referências de *S. Typhimurium*.

Gene	Sequência Primers (5' → 3')	Amplicon (PB)	Função	Amplificação	Ref.
<i>bla_{TEM}</i>	CAGCGGTAAGATCCTTG AGA	643	Resistência- β-lactâmicos	30x (94°C, 45s / 50°C, 45s / 72°C, 90s)	(14)
	ACTCCCCGTCGTGTAGAT AA				
<i>bla_{SHV}</i>	GGCCGCGTAGGCATGAT AGA	714	Resistência- β-lactâmicos	30x (94°C, 45s / 56°C, 45s / 72°C, 90s)	(14)
	CCCGGCGATTTGCTGATT TC				
<i>qnrA</i>	AGAGGATTTCTCACGCCA GG	580	Resistência- Fluoroquino- lonas	35x (95°C, 60s / 54°C, 60s / 72°C, 90s)	(15)
	TGCCAGGCACAGATCTTG AC				
<i>qnrS</i>	GCAAGTTCATTGAACAG GGT	428	Resistência- Fluoroquino- lonas	35x (95°C, 60s / 54°C, 60s / 72°C, 90s)	(15)
	TCTAAACCGTCGAGTTCG GCG				

Concentração inibitória mínima (CIM)

A CIM foi testada para: Ceftriaxona (Triaxon – TEUTO, Brasil – classe dos β-lactâmicos), Meropenem (Meropenem – TEUTO, Brasil – classe dos β-lactâmicos), Ciprofloxacina (Ciprodez – Biovet, Brasil – fluoroquinolonas) e Colistina (Colis-tek - Opem Pharmaceuticals, Brasil – classe das polimixinas).

A CIM foi determinada por microdiluição em caldo Mueller Hinton, de acordo com o protocolo da EUCAST (16) e as cepas classificadas em resistentes, intermediárias e sensíveis, conforme o guia de pontos de corte clínicos para bactérias da ordem Enterobacterales. As cepas foram preparadas em suspensão na concentração padrão de 0,5 na escala MacFarland, em microplacas com oito concentrações dos antimicrobianos, dentre valores superiores e inferiores aos pontos de corte. As concentrações máximas de ceftriaxona, ciprofloxacina, meropenem e colistina foram de: 16,0 µg/mL; 1,0 µg/mL; 32,0 µg/mL e 32,0 µg/mL, respectivamente. A suspensão foi inoculada e as microplacas foram incubadas a 36°C durante 16-20 horas em aerobiose.

A leitura dos resultados foi realizada visualmente, determinando a CIM como a menor concentração em que não houve turvação do meio. Para a classificação como resistentes foram utilizados os seguintes pontos de corte: ceftriaxona e colistina (R > 2 mg/L), ciprofloxacina (R > 0,0625 mg/L) e meropenem (R > 8 mg/L). As cepas foram classificadas em multirresistentes em acordo com Magiorakos et al. (17) que define multirresistência como a resistência a no mínimo três classes de antimicrobianos.

Análise dos resultados

A apresentação dos dados foi feita através de estatística descritiva. Para a comparação dos perfis de resistência aos antimicrobianos obtidos a partir de pacientes

humanos e amostras de alimentos, utilizou-se o teste exato de Fisher com um intervalo de confiança de 95%. As análises foram feitas no software GraphPad Prism, versão 8.0 (GraphPad Software, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis de resistência encontrados para *S. Typhimurium* foram: meropenem, 81,4% de resistência intermediária; colistina, 81,4% de resistência; ceftriaxona, 23,2% de resistência e 44,2% de resistência intermediária; ciprofloxacina 41,9% de resistência (Tabela 3). Enquanto a resistência somada à resistência intermediária dos primeiros antimicrobianos mencionados foi equivalente, o valor obtido para ciprofloxacina foi significativamente menor ($p < 0,05$). Os resultados corroboram com Lin et al. (18) que apontaram a emergência da resistência a ciprofloxacina na Ásia, com 39% das 82 cepas resistentes de diferentes sorovares. Ainda, a resistência de 41,9% a ciprofloxacina, contrapõe os resultados obtidos para cepas de *S. Heidelberg* isoladas de aves nos Estados Unidos, em que não houve detecção de resistência.

Tabela 3. Distribuição da CIM e percentuais de resistência e resistência intermediária em cepas de *S. Typhimurium* isoladas de amostras de alimentos no Brasil de entre 2011 e 2017.

Concentração do antibiótico (mg/L)	MER	COL	CFT	CIP
0,0078	NA	NA	NA	16
0,0156	NA	NA	NA	4
0,0312	NA	NA	NA	4
0,0625	NA	NA	NA	1
0,125	NA	NA	1	11
0,25	5	4	1	4
0,5	-	1	4	2
1	1	-	8	1
2	2	3	19	NA
4	18	22	8	NA
8	17	10	-	NA
16	-	-	2	NA
32	-	3	NA	NA
Total de resistência - R (%)	0 (0,0) ^a	35 (81,4) ^c	10 (23,2) ^b	18 (41,9) ^b
Total de resistência intermediária - I (%)	35 (81,4) ^a	0 ^b	19 (44,2) ^c	0 ^b
Total de R e I (%)	35 (81,4) ^a	35 (81,4) ^a	29 (67,4) ^a	18 (41,9) ^b

Legenda: MER – Meropenem; COL - Colistina; CFT - Ceftriaxona; CIP - Ciprofloxacina; __ (linha) – ponto de corte de acordo com EUCAST(2019b); destaque cinza escuro: resistência; cinza claro: resistência intermediária e R (%) - percentual de resistência; NA: concentração não avaliada. Letras diferentes na linha indicam diferença significativa (Teste de Fisher $p < 0,05$).

Foram obtidos quinze perfis fenotípicos de resistência antimicrobiana (Tabela 4). O perfil PVIII foi o mais prevalente, em 30,4% (13/43) dos isolados, apresentando resistência ao antimicrobiano colistina e resistência intermediária tanto para ceftriaxona quanto para o meropenem. Em seguida, os perfis PIV e PV foram os mais frequentes, ambos em 11,7% (5/43) dos isolados. O PIV apresentou resistência para a colistina e ciprofloxacina, e resistência intermediária ao meropenem, enquanto o PV apresentou resistência para a ceftriaxona e colistina, e resistência intermediária ao meropenem. Os nove primeiros perfis enquadraram-se como multirresistentes, conforme critério de

Magiorakos et al. (17) representando 72,1% (31/43) do total de 12 cepas provenientes de alimentos e 19 de humanos.

No entanto, as 18 cepas do perfil multirresistentes PV e PVIII foram suscetíveis ao antimicrobiano ciprofloxacina, droga de eleição no tratamento de salmonelose humana. Os demais perfis resistentes à ciprofloxacina alertam para o risco à Saúde Pública e aos desafios frente ao tratamento (19)(20).

Tabela 4. Perfis de resistências em *S. Typhimurium* de alimentos e humanos no Brasil entre 2011 a 2017.

Perfis de resistência	Alimentos (%)	Humanos (%)	N (%)
	N=20	N=23	N=43
PI: CFT/COL/CIP/[MER]	0 (0,0)	1 (4,3)	1 (2,3) ^b
PII: CFT/COL/CIP	0 (0,0)	2 (8,8)	2 (4,6) ^b
PIII: COL/CIP/[CFT]/[MER]	0 (0,0)	1 (4,3)	1 (2,3) ^b
PIV: COL/CIP/[MER]	1 (5,0)	4 (17,4)	5 (11,7) ^{ab}
PVI: COL/CIP/[CFT]	0 (0,0)	1 (4,3)	1 (2,3) ^b
PVII: CFT/CIP/[MER]	1 (5,0)	0 (0,0)	1 (2,3) ^b
PVIII: COL/[CFT]/[MER]	6 (30,0)	7 (30,4)	13 (30,4) ^a
PIX: CIP/[CFT]/[MER]	2 (10,0)	0 (0,0)	2 (4,6) ^b
PX: COL/CIP	2 (10,0)	0 (0,0)	2 (4,6) ^b
PXI: CFT/COL	0 (0,0)	1 (4,3)	1 (2,3) ^b
PXII: COL/[MER]	1 (5,0)	1 (4,3)	2 (4,6) ^b
PXIII: CIP/[MER]	1 (5,0)	2 (8,8)	3 (7,1) ^b
PXIV: COL/[CFT]	2 (10,0)	0 (0,0)	2 (4,6) ^b
PXV: [MER]	2 (10,0)	0 (0,0)	2 (4,6) ^b
Total	20 (100,0)	23 (100,0)	43 (100,0)

Legenda: N (%) - número e porcentagem de cepas resistentes; Colchetes: resistência intermediária. COL - colistina; CFT - ceftriaxona; MER - meropenem; CIP - ciprofloxacina; destaque em cinza para multirresistência (≥ 3 classes). Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa (Teste de Fisher $p < 0,05$).

No Brasil, a ciprofloxacina é permitida apenas para uso terapêutico. Porém, seu uso indiscriminado na produção animal vem contribuindo para elevados percentuais de resistência em *Salmonella* spp. Mendonça et al. (21) encontraram 7% de resistência em 111 cepas de *S. Enteritidis* isoladas de amostras de carne de frango, enquanto os achados de Pribul et al. (22) são semelhantes aos deste estudo, já que encontraram 42,6% de resistência, majoritariamente em cepas de *S. Typhimurium*.

Identificamos resistência intermediária ao meropenem em 80% das cepas, o que alerta para uma futura resistência e para o uso indiscriminado desta droga, que deveria ser de última escolha para o tratamento de cepas resistentes, assim como a colistina, sendo considerados criticamente importantes pela Organização Mundial da Saúde (23)(24).

Para colistina, 81,4% das cepas foram resistentes, resultado semelhante ao estudo realizado no Equador em amostras de *S. Enteritidis* isoladas de frangos de corte que apresentaram 100% de resistência à colistina (25). O elevado percentual de cepas

resistentes a essa droga reforça a hipótese de que o fenótipo pode ter emergido por pressão de seleção. Por muitos anos a droga foi utilizada na produção animal como promotora de crescimento, e foi proibida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 2016, em resposta aos primeiros relatos de resistência a colistina no mundo (26).

Para ceftriaxona, 23,2% das cepas (10/43) foram resistentes e 44,2% (10/43) apresentaram resistência intermediária. A ceftriaxona é um beta-lactâmico eleito para o tratamento de imunocomprometidos (27). É considerada criticamente importante no tratamento de afecções mais severas(24). Carattoli et al. (28) e Carson et al. (29) afirmaram que dentre as principais drogas com maiores índices de resistência por *Salmonella* spp., destaca-se a ceftriaxona. De acordo com os autores, isso se deve ao uso indiscriminado do ceftiofur na medicina veterinária, que levou a resistência cruzada para as ceftriaxonas, uma vez que ambas pertencem a subclasse das cefalosporinas de terceira geração.

Dezesseis cepas (37%) apresentaram o gene *bla_{TEM}*, sendo oito cepas obtidas das amostras de alimentos e oito de pacientes humanos, sem diferença de prevalência (teste exato de Fisher – $p < 0,05$). Das 16 cepas que apresentaram o gene, duas mostraram-se susceptíveis aos beta-lactâmicos meropenem e ceftriaxona, o que demonstra ausência de transcrição do gene de produção de beta-lactamases. O restante das cepas positivas para o gene, foram classificadas como resistentes intermediárias ou resistentes ao menos um dos beta-lactâmicos. Não foram identificados os genes *qnrA*, *qnrS* e *bla_{SHV}*, nas amostras, em acordo com Mendonça (22).

CONCLUSÃO

Os achados de multirresistência alertam para as dificuldades de tratamento com os antimicrobianos de maior importância clínica para salmonelose. A resistência à colistina e a resistência intermediária ao meropenem comprometem as alternativas de tratamento a agentes multirresistentes.

REFERÊNCIAS

1. Flores, A. M. P. C. & Melo, C. B. 2015. Principais bactérias causadoras de doenças de origem alimentar. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, 37, 65-72.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Vigilância em Saúde no Brasil 2003 – 2019. (Acesso 14 Agosto, 2021, em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/setembro/25/boletim-especial-21ago19-web.pdf>)
3. World Health Organization (WHO). Typhoid vaccines: WHO position paper. WHO WER. 2018; 13: 153–72.
4. GABARON, D. de A.; OTUTUMI, L. K.; PIAU JÚNIOR, R. Surtos de salmonelose notificados no período de janeiro de 2009 a julho de 2014 no estado do Paraná, Brasil. Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama, v. 18, n. 1, p. 33 - 37, jan./mar. 2015.

5. European Food Safety Authority (EFSA). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2016; EFSA, 2017. (Acesso 26 Outubro, 2021, em: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5500>.)
6. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil, 2018. (Acesso 21 Agosto, 2021, em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/janeiro/17/ApresentacaoSurtos-DTA-2018.pdf>)
7. Reis RO dos, Souza MN, Cecconi MCP, Timm L, Ikuta N, Simon D. et al. Increasing prevalence and dissemination of invasive nontyphoidal *Salmonella* serotype Typhimurium with multidrug resistance in hospitalized patients from southern Brazil. *Braz J Infect Dis*. 2018; 22: 424-432
8. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual Técnico de Diagnóstico Laboratorial da *Salmonella* spp. 2011. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2014/dezembro/15/manual-diagnostico-salmonella-spp-web.pdf>
9. Livermore DM. Beta-lactamases in laboratory and clinical resistance. *Clin Microbiol Rev*, 1995; 8:557-584.
10. Gupta V. An update on newer beta-lactamses. *Indian J Med Res*, 2007; 126:417-427.
11. Xu G, An W, Wang H, Zhang X. Prevalence and characteristics of extended-spectrum Beta-lactamase genes in *Escherichia coli* isolated from piglets with post-weaning diarrhea in Heilongjiang province, China. *Frontiers in Microbiology*, 2015; 6:1-9.
12. Moumoni A, Diagbouga S, Nadembèga C, Dabire AM. Quinolone resistance (*qnr*) genes in fecal carriage of extended spectrum beta-lactamases producing Enterobacteria isolated from children in Niger. *Current Research in Microbiology and Biotechnology*, 2017; 5:953-957.
13. Jacoby GA, Strahilevitz J, Hooper DC. Plasmid-mediated quinolone resistance. *Microbiology Spectrum*, 2014; 2:1-24.
14. Chen S, Zhao S, White DG, Schroeder CM, Lu R, Yang H. et al. Characterization of multiple-antimicrobial-resistant *Salmonella* serovars isolated from retail meats. *Appl Environ Microbiol*, 2004; 70: 1-7.
15. Cattoir V, Weill FX, Poirel L, Fabre L, Soussy C, Nordmann P. Prevalence of *qnr* genes in *Salmonella* in France. *J Antimicrob Chemother* 2007; 59:751-754.
16. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). EUCAST Reading guide for broth microdilution. Version 1.0. EUCAST, 2019. (Acesso 22 Novembro, 2019, em: - http://www.eucast.org/fileadmin/src/media/PDFs/EUCAST_files/Disk_test_documents/2019_manuals/Reading_guide_BMD_v_1.0_2019.pdf.)
17. Magiorakos, AP, Srinivasan A, Carey RB, Carmeli Y, Falagas ME, Giske CG et al. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin. Microbiol. Infect.* 2012; 18: 268-281.

18. Lin D, Chen K, Wai-Chin Chan E, Chen S. Increasing prevalence of ciprofloxacin-resistant food-borne *Salmonella* strains harboring multiple PMQR elements but not target gene mutations. *Sci. Rep.* 2015; 5: 14754.
19. Chiou CS, Hong Y, Liao Y, Wang Y, Tu Y, Chen B, et al. New Multidrug-Resistant *Salmonella enterica* Serovar Anatum Clone, Taiwan, 2015–2017. *Emerg Infect Dis.* 2019; 25:144-147.
20. Gupta R, Chauhan SL, Kumar S, Jindal N, Mahajan NK, Joshi VG. Carriage of Class 1 integrons and molecular characterization of *intI1* gene in multidrug-resistant *Salmonella* spp. isolates from broilers. *Vet World.* 2019; 12: 609–613.
21. Mendonça EP, Melo RT, Nalevaiko PC, Monteiro GP, Fonseca BB, Galvão NN, et al. Spread of the serotypes and antimicrobial resistance in strains of *Salmonella* spp. isolated from broiler. *Braz J Microbiol.* 2019; 50: 515–522.
22. Pribul BR, Festivo ML, de Souza MMS dos Prazeres Rodrigues D. Characterization of quinolone resistance in *Salmonella* spp. isolates from food products and human samples in Brazil. *Braz J Microbiol.* 2016; 47: 196–201.
23. Mendonça EP. Características de virulência, resistência e diversidade genética de sorovares de *Salmonella* com impacto na saúde pública, isolados de frangos de corte no Brasil. Tese Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia. 2016.
24. World Health Organization (WHO). Critically important antimicrobials for human medicine. Geneva: WHO; 2011.
25. Vinuesa-Burgos C, Cevallos M, Ron-Garrido L, Bertrand S, De Zutter L. Prevalence and Diversity of *Salmonella* Serotypes in Ecuadorian Broilers at Slaughter Age. *PLoS One.* 2016; 11:e0159567.
26. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) Instrução Normativa N°45, de 22 de novembro de 2016. Proíbe em todo o território nacional, a importação e a fabricação da substância antimicrobiana sulfato de colistina, com a finalidade de aditivo zootécnico melhorador de desempenho na alimentação animal. Diário Oficial da União, Brasília, Distrito Federal: Brasil, 2016.
27. Stefani LM, das Neves GB, Brisola MC, Crecencio RB, Pick EC, Araújo DN. *Salmonella* Heidelberg resistant to ceftiofur and disinfectants routinely used in poultry. *Semina: Ciênc Agrár.* 2018; 39: 1029-1036.
28. Carattoli A. Animal reservoirs for extended spectrum B-lactamase producers. *Clin Microbiol Infec.* 2008; 14: 117-123.
29. Carson C, Li XZ, Agunos A, Loest D, Chapman B, Finley R. et al. Ceftiofur-resistant *Salmonella enterica* serovar Heidelberg of poultry origin - a risk profile using the Codex framework. *Epidemiol Infect.* 2019; 147: e296.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-39>

Capítulo 39

AVALIAÇÃO DAS AÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO DA ROTULAGEM NUTRICIONAL EM PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS NA POLIFEIRA DO AGRICULTOR

Márcia Liliane Rippel Silveira¹; Vanessa Pires da Rosa²; Andréia Cirolini²

¹Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos – CCR – UFSM; E-mail: marciarippel@gmail.com, ²Docente do Curso Técnico em Alimentos – Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. E-mail: vprosa_rs@hotmail.com; andreiacirolini@gmail.com

RESUMO: A forma de apresentação de um produto é tão importante quanto o produto em si. Neste contexto, as agroindústrias familiares muitas vezes não dispõem de assessoramento para criação do rótulo e com frequência os produtos são vendidos sem rótulo ou com rotulagem inadequada. Em vista disso, este trabalho teve como objetivo avaliar o aproveitamento de ações de implementação da rotulagem nutricional em produtos agroindustriais na PoliFeira do Agricultor no Município de Santa Maria/RS. Diversas ações foram desenvolvidas, inicialmente foi realizado um levantamento da conformidade dos rótulos dos produtos agroindustriais frente à legislação vigente, posteriormente foi realizada uma palestra com os feirantes, no intuito de esclarecer sobre a legislação de rotulagem e explicar como funcionaria a proposta para a elaboração da informação nutricional de alguns produtos. Por fim, foi realizado com os feirantes e com os consumidores uma avaliação do aproveitamento das atividades desenvolvidas através de um questionário. Pode-se observar através dos resultados que todos produtos analisados apresentaram irregularidades de acordo com as regulamentações legais vigentes. A atividade da palestra resultou na elaboração da rotulagem geral e da declaração da Informação Nutricional para 40 produtos. E a avaliação do aproveitamento das atividades desenvolvidas foi bastante importante para observar que as ações foram positivas e principalmente trouxe esta temática que muitas vezes é negligenciada. Assim, pode-se concluir que ações como a realizada neste trabalho são necessárias para estimular as agroindústrias a se adequarem as normas estabelecidas, além de conscientizar que a rotulagem de alimentos serve como ferramenta para a promoção da saúde.

Palavras-chave: consumidores; feiras livres; legislação; rotulagem de alimentos

INTRODUÇÃO

Mudanças no comportamento alimentar da população brasileira tem demonstrado uma procura por alimentos com características locais, artesanais e técnicas diferenciadas

de produção. Da mesma forma, há um aumento da conscientização da população sobre a contribuição econômica e social que engloba a compra de produtos do meio rural (1).

A feira livre no Brasil constitui modalidade de mercado varejista ao ar livre, de periodicidade semanal, organizada como serviço de utilidade pública pela municipalidade e voltada para a distribuição local de gêneros alimentícios e produtos (2). Para a agricultura familiar, as feiras livres são um dos principais canais de distribuição dos alimentos produzidos nas pequenas e médias propriedades rurais e representam importante atividade econômica e possibilidade de geração de trabalho e renda a essas famílias. No entanto, as agroindústrias da agricultura familiar encontram dificuldades para atender a uma série de requisitos e normas de natureza fiscal, ambiental e sanitária. Um dos aspectos exigidos para regulação é a rotulagem dos alimentos (3).

Os rótulos são elementos de comunicação entre o produto e os consumidores. Desta forma, a rotulagem dos alimentos exerce um papel importantíssimo ao fornecer e divulgar informações sobre o alimento a ser consumido, e o consumidor deve exercer o hábito de ler essas informações no momento da aquisição do produto (4) (5). Além disso, as informações dispostas nos rótulos dos alimentos podem ser indispensáveis instrumentos para prevenir problemas de saúde (6), e ainda, executar papel educativo na escolha de hábitos alimentares saudáveis, ao influenciar o consumidor a adquirir alimentos de melhor qualidade nutricional (7). Porém, para que isso aconteça, é imprescindível a fidedignidade das informações e a compreensão por parte do consumidor das informações apresentadas nos rótulos (8).

Medidas legislativas, como as regulamentações da rotulagem alimentar são consideradas importantes ações de promoção da saúde (9). Como a rotulagem é a principal fonte de informação de um produto para a população, os elementos contidos nos rótulos dos alimentos necessitam estar em conformidade com o previsto na legislação brasileira, sendo que as informações devem ser adequadas e compreensíveis sobre o conteúdo nutricional não induzindo o consumidor a erro (10).

A rotulagem nutricional é obrigatória para todos os produtos industrializados e embalados e tem como propósito garantir o direito à informação ao consumidor (11). Desta forma, torna-se necessário a elaboração de atividades que contribuam para que os produtores agroindustriais cumpram com as normas da legislação sobre rotulagem de alimentos e atendam às exigências do mercado consumidor, garantindo a eles informações adequadas para suas escolhas alimentares.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o aproveitamento das ações desenvolvidas durante a realização de um projeto de extensão para implementação da rotulagem nutricional em produtos agroindustriais na PoliFeira do Agricultor do Município de Santa Maria – RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Este é um estudo descritivo, com abordagem quantitativa que avaliou as atividades extensionistas desenvolvidas durante a realização do projeto “Ações para adequação da rotulagem nutricional de produtos agroindustriais” realizado pelo Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, para promoção de ações de adequação da rotulagem conforme as regulamentações legais vigentes e implementação da rotulagem nutricional em produtos agroindustriais comercializados na PoliFeira do Agricultor na cidade de Santa Maria-RS.

As atividades do projeto iniciaram com um levantamento do panorama da conformidade dos rótulos dos produtos agroindustriais frente à legislação vigente sobre rotulagem de alimentos. Para avaliar as informações sobre a rotulagem dos produtos comercializados na feira foi utilizado um formulário de múltipla escolha do tipo *Check list*, tendo como base os itens obrigatórios das regulamentações relacionadas à rotulagem de alimentos embalados - RDC nº 259/2002 (12), declaração da informação nutricional - RDC nº 359/2003 e 360/2003 (13) (14), além das advertências sobre a presença de glúten - Lei nº 10.674/2003 (15), lactose - RDC nº 136/2017 (16) e dos principais alimentos que causam alergias alimentares - RDC nº 26/2015 (17).

Outra atividade do projeto foi à realização de uma palestra com os feirantes, com o objetivo de esclarecer sobre a legislação de rotulagem de alimentos e explicar como funcionaria o projeto, sendo proposta, a elaboração da informação nutricional de alguns produtos. Desta forma, foi solicitado que os feirantes indicassem pelo menos cinco produtos, de preferência os mais comercializados na feira. Então, logo após a palestra foi distribuído a todos os feirantes presentes uma ficha para que fossem preenchidas as informações relacionadas a lista de ingredientes e as quantidades utilizadas para a formulação de cada produto. As tabelas de composição química dos alimentos foram consultadas para realizar os cálculos necessários à apresentação da rotulagem nutricional, conforme estabelecido no Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados (BRASIL, 2003b). O material desenvolvido foi entregue pela equipe do projeto aos feirantes que participaram desta etapa do projeto durante visita realizada a PoliFeira.

Por fim, foi realizado com os feirantes e com os consumidores uma avaliação do aproveitamento das atividades desenvolvidas desde o início do projeto. Os feirantes foram entrevistados e as informações foram obtidas com auxílio de um questionário que serviu de roteiro, com sete questões objetivas e de múltipla escolha e um espaço para expor críticas e sugestões. Com os consumidores foi aplicado um questionário com seis perguntas fechadas e um espaço para críticas e sugestões com o intuito de avaliar os produtos embalados comercializados na PoliFeira e a percepção dos consumidores em relação as ações realizadas após a implantação do projeto.

Os dados obtidos dos questionários foram agrupados em um banco de dados do programa Microsoft® Office Excel 2013 e avaliados de forma descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A PoliFeira do Agricultor da UFSM é uma iniciativa que busca valorizar e dar visibilidade e assistência técnica aos agricultores familiares, do município de Santa Maria e da região central do RS, que têm a oportunidade de comercializar os alimentos que são produzidos em suas propriedades. A PoliFeira iniciou suas atividades em abril de 2017, com 17 famílias de agricultores familiares participantes, hoje conta com 24 famílias, além de um assentamento de reforma agrária e uma cooperativa. A feira livre, que se tornou uma referência de trabalho com agricultura familiar e alimentação saudável, é um evento com edição semanal realizado dentro do *campus* da Universidade Federal de Santa Maria, onde diversos produtos, desde *in natura* a processados, de produção direta das famílias cadastradas estão disponíveis para serem adquiridos pelo público.

Na análise do panorama da conformidade dos rótulos, todos produtos analisados apresentaram irregularidades de acordo com as regulamentações legais vigentes.

Inconformidades de rotulagem podem colocar em risco a segurança alimentar e nutricional dos consumidores, uma vez que dados de rotulagem de qualidade são importantes para se fazerem adequadas escolhas alimentares.

Na palestra realizada, momento em que foi solicitado a indicação dos produtos para elaboração do rótulo e da informação nutricional obrigatória, além de serem apresentadas todas as exigências da legislação vigente para a rotulagem dos alimentos, estavam presentes 12 feirantes, além dos orientadores e bolsistas do projeto.

Esta atividade resultou na elaboração da rotulagem geral e da declaração da informação nutricional para 40 produtos, como pães, bolos, biscoitos, pasteis, massa de pizza, empadas, torta de bolacha, doces cremosos de frutas e geleias, frutas e tubérculos desidratados (chips), ambrosia (sobremesa típica da culinária da região sul) e doce de leite. Para esses produtos foi elaborado o rótulo com a identidade visual da PoliFeira do Agricultor, como mostra a Figura 1.



Figura 1 – Modelo de rótulo elaborado e utilizado nos produtos da PoliFeira do Agricultor da UFSM.
 Fonte: Os autores.

Sobre o aproveitamento das atividades desenvolvidas desde o início do projeto, participaram desta avaliação 16 feirantes e desse total, 43,7% afirmaram que estavam presentes na palestra sobre rotulagem de alimentos, 31,2% não participaram e 25% não lembram. Para os que participaram da palestra, 85,7% responderam que consideraram muito importante a orientação recebida sobre a rotulagem dos alimentos e 14,3% avaliaram como importante.

Quando questionados se os produtos embalados e comercializados em seus estandes possuíam rótulo, mais da metade dos feirantes afirmaram que alguns produtos possuem rótulo. Sendo que 62,5% declararam que os produtos não têm a informação nutricional e 37,5% tem em todos ou em alguns produtos (Figura 2).

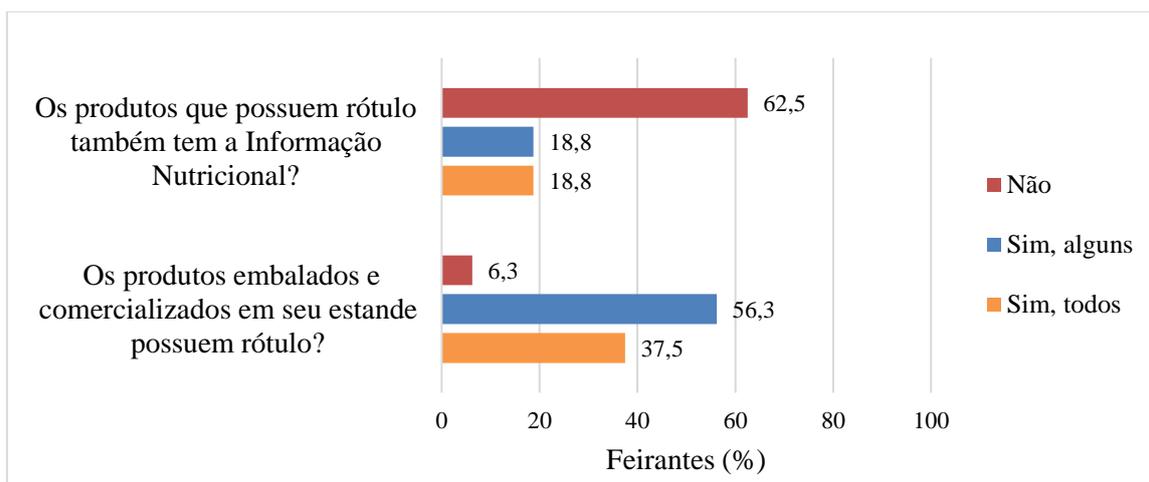


Figura 2 – Respostas dos feirantes às questões sobre rótulo e Informação Nutricional nos produtos comercializados em seus estandes na PoliFeira.

Fonte: Os autores.

Como mencionado anteriormente, após a confecção da informação nutricional dos produtos realizou-se a entrega desta informação aos feirantes. Desta forma, foi questionado aos feirantes se eles haviam recebido um documento com a informação nutricional dos produtos indicados por eles. Dos 16 feirantes que atualmente participam da PoliFeira, 56,2% responderam que não receberam e 43,7% afirmam que receberam. No entanto, destes que declararam não ter recebido a informação nutricional, 88,9% não participaram da palestra ou não lembram e 11,1% participaram da palestra.

Considerando os feirantes que participaram da palestra, quando questionados se haviam utilizado os dados da Informação Nutricional para inserir no rótulo dos produtos, 71,4% afirmaram ter utilizado os dados fornecidos, mas 28,6% responderam que não utilizaram e entre os motivos citados, um feirante alegou falta de tempo e outro alegou dificuldade na sua organização, tendo em vista que possui grande variedade de produtos.

Quando perguntados se gostariam de registrar alguma sugestão ou fazer algum comentário sobre o projeto de rotulagem desenvolvido na PoliFeira, 12 feirantes responderam, sendo que 33,3% destacou que as atividades do projeto deveriam ser repetidas devido a importância, 33,3% considera muito importante o rótulo, 16,7% achou bom o projeto e 16,7% gostaria que o rótulo fosse feito para mais produtos.

Diante dos resultados, observa-se a importância das atividades do projeto, pois colaborou, embora para poucos produtos, que vários feirantes atendessem as exigências da rotulagem dos alimentos, conforme prevê a legislação brasileira vigente. Além disso, de uma forma indireta, trouxe a temática da rotulagem de alimentos para esse ambiente que muitas vezes é negligenciado, embora seja uma obrigação segundo a legislação.

Na avaliação dos consumidores, que contou com a participação de 50 indivíduos, a primeira pergunta questionava se estes ao adquirir algum produto da feira observavam se esse produto possuía rótulo. Como resultado, a maioria dos consumidores responderam que observam. Desta forma, percebe-se que alguns consumidores já apresentam a consciência de buscar informações do produto através do rótulo (Figura 3).

Na segunda questão os consumidores foram questionados se os rótulos dos produtos comercializados na PoliFeira possuem a Informação Nutricional. Pequena

porcentagem respondeu que verificam essa informação nos rótulos, isso demonstra que grande parte da população não utiliza a informação nutricional como ferramenta para conhecer os constituintes nutricionais dos alimentos (Figura 3).

Na terceira questão foi perguntado se já haviam comprado algum produto na PoliFeira que não tinha rótulo na embalagem, a grande maioria (90%) dos consumidores respondeu que sim. Destaca-se, desta forma, que ainda há pouca conscientização por parte dos feirantes sobre as exigências legais da rotulagem de alimentos (Figura 4).

A quarta pergunta feita aos consumidores foi se já haviam comprado algum produto na PoliFeira que não tinha a Informação Nutricional no rótulo, grande parte dos consumidores (80%) afirmaram que sim (Figura 4).

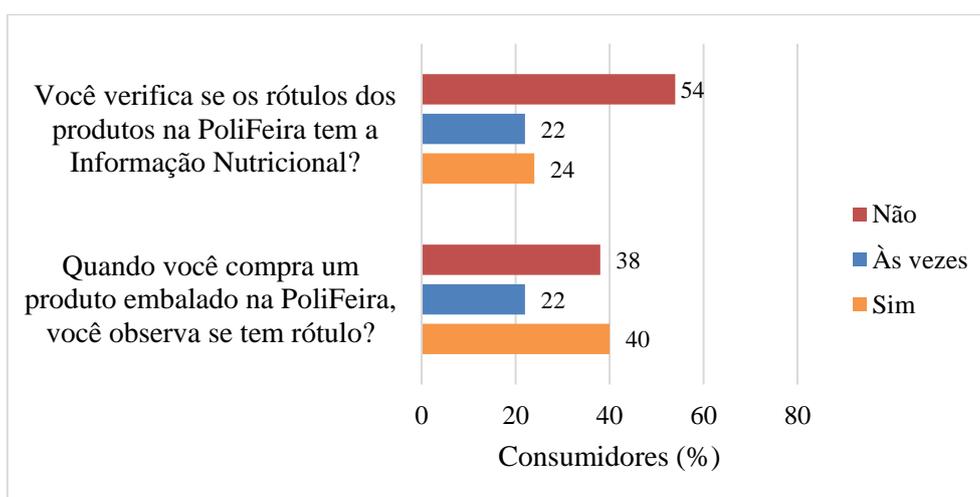


Figura 3 – Respostas dos consumidores para as questões sobre a verificação de rótulo e Informação Nutricional nos produtos comercializados na PoliFeira.

Fonte: Os autores.

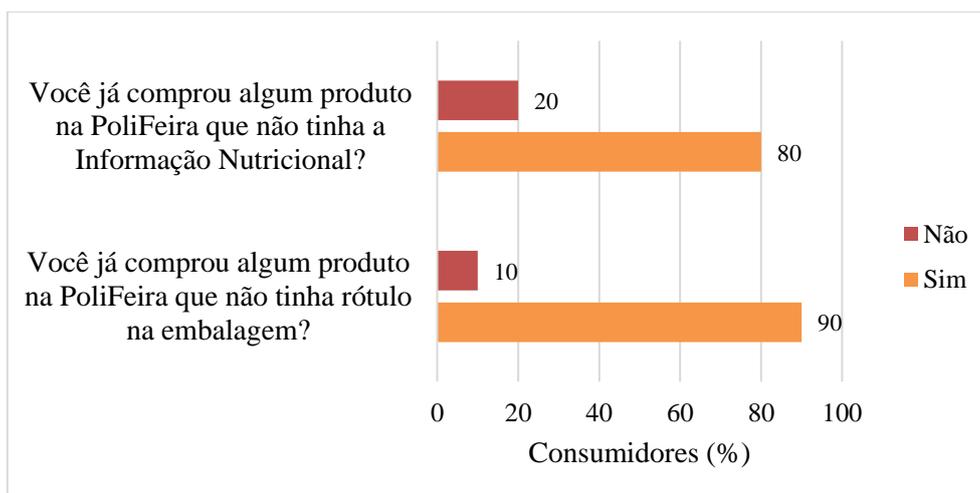


Figura 4 – Respostas dos consumidores para as questões sobre a aquisição de produtos na PoliFeira do Agricultor sem rótulo e Informação Nutricional.

Fonte: Os autores.

Os consumidores também foram questionados se já haviam visualizado ou comprado algum produto com a identidade visual da PoliFeira do Agricultor no rótulo. Para responder essa pergunta foi apresentada a embalagem de um produto com o rótulo elaborado através das atividades desenvolvidas no projeto (Figura 1). Dos entrevistados, 66% responderam que já visualizaram e 34% nunca visualizaram ou compraram. Dos consumidores que nunca visualizaram 82,4% responderam que gostariam que os produtos comercializados na PoliFeira apresentassem esse rótulo e 17,65% responderam não.

CONCLUSÕES

Através das atividades desenvolvidas no projeto, pode-se observar que são poucos os feirantes que participam da PoliFeira do Agricultor que cumprem com a exigência de rotulagem dos alimentos, conforme prevê a legislação brasileira vigente. Diante disso, ações como a realizada neste trabalho são necessárias para que estimulem os feirantes a se adequarem as normas estabelecidas sobre a rotulagem dos alimentos.

Além disso, estimular a conscientização que a rotulagem de alimentos serve como uma forma de ferramenta para escolhas alimentares, contribuindo para a promoção da saúde e a redução do risco de doenças relacionadas à má nutrição.

O projeto conseguiu cumprir com todas as atividades estabelecidas e com isso espera-se ter contribuído para a integração da comunidade acadêmica da UFSM com a sociedade e ao mesmo tempo divulgar as potencialidades que a Universidade tem a oferecer à população.

AGRADECIMENTOS

Trabalho apoiado pelo Programa de Bolsas de Ensino, Pesquisa e Extensão do Colégio Politécnico da UFSM.

REFERÊNCIAS

1. Freidberg S, goldstein L. Alternative food in the global south: reflections on a direct marketing initiative in Kenya. *J Rural Stud.* 2011;27:24-34.
2. Toledo AR, Thomé DS, Francisco RR, Bassi S, Rosaneli CF. Perfil dos consumidores de feiras livres da cidade de Maringá/PR. *SaBios: Ver Saúde e Biol.* 2008;3:16-21.
3. Prezzoto LL. Agroindústria da agricultura familiar: regularização e acesso ao mercado. Brasília: CONTAG; 2016 [acesso em 14 Nov 2021]. Disponível em: http://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/seguranca_alimentar/Cartilha_Agroindustria_Familiar.pdf
4. Bendini NI, Popolim WD, Oliveira CR. A avaliação do conhecimento e dificuldades de consumidores frequentadores de supermercado convencional em relação à rotulagem de alimentos e informação nutricional. *J Health Sci Inst.* 2012;30:261-5.

5. Cavada GS, Paiva FF, Helbig E, Borges LR. Rotulagem nutricional: você sabe o que está comendo? Braz. J Food Technol. 2012;84-8.
6. Garcia MR. Conformidade da Rotulagem de Alimentos Consumidos por Escolares à Legislação Brasileira [dissertação]. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas; 2012.
7. Mello AV, Abreu ES, Spinelli MGN. Avaliação de rótulos de alimentos destinados ao público infantil de acordo com as regulamentações da legislação brasileira. J Health Sci Inst. 2015;33:351-9.
8. Câmara MCC, Marinho CLC, Guilam MC, Braga AMCB. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil. Rev Panam Salud Publica. 2008;23:52-8.
9. Smith ACL, Almeida-Muradian LG. Rotulagem de alimentos: avaliação da conformidade frente à legislação e propostas para a sua melhoria. Rev. Inst. Adolfo Lutz. 2011;70:463-72.
10. Silva MBL, Nomelini QSS, Pascoal GB. Rotulagem de alimentos infantis à base de frutas, hortaliças e/ou cereais: uma análise de conformidade frente à legislação brasileira. J Health Sci. 2017;19:55-61.
11. Paiva AJ, Henriques P. Adequação da Rotulagem de Alimentos Diet e Light ante a Legislação Específica. Rev Baiana Saúde Pública. 2005;29:39-48.
12. Brasil. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Diário Oficial da União. 23 set. 2002;
13. Brasil. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União. 26 dez 2003;
14. Brasil. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Diário Oficial da União. 26 dez 2003;
15. Brasil. Lei nº 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Diário Oficial da União. 16 maio 2003;
16. Brasil. Resolução RDC nº 136, de 08 de fevereiro de 2017. Estabelece os requisitos para declaração obrigatória da presença de lactose nos rótulos dos alimentos. Diário Oficial da União. 09 fev 2017;
17. Brasil. Resolução RDC nº 26, de 02 de julho de 2015. Dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias

alimentares. Diário Oficial da União. 03 jul 2015;

<https://doi.org/10.53934/9786599539657-40>

Capítulo 40

QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA EM BONITO LISTRADO (*Katsuwonus pelamis*)

Clarissa Maia de Aquino¹; Elenice Martins Brasil²; Liseth Vanessa Perenguez Riofrio³; Domickson Silva Costa⁴; Maurício Laterça Martins⁵; Vildes Maria Scussel⁶; Giustino Tribuzzi⁷

¹Doutorado em Ciência dos Alimentos - CCA – UFSC; E-mail: clarissa_jbe@hotmail.com, ²Pesquisadora do Depto de Aquicultura – CCA – UFSC. E-mail: nicebrasil@hotmail.com, ³Mestrado em Aquicultura - CCA – UFSC; E-mail: vperenguez@gmail.com, ⁴Mestrado em Aquicultura - CCA – UFSC; E-mail: domicksonsc@hotmail.com, ⁵Docente/pesquisador do Depto de Aquicultura – CCA – UFSC. E-mail: mauricio.martins@ufsc.br, ⁶Docente/pesquisador do Depto de Ciência dos Alimentos – CCA – UFSC. E-mail: vildescussel_2000@yahoo.co.uk, ⁷Docente/pesquisador do Depto de Ciência dos Alimentos – CCA – UFSC. E-mail: giustino.tribuzi@ufsc.br

Resumo: O peixe e seus produtos derivados estão entre os alimentos de origem animal mais comercializados em todo o mundo. O atum é particularmente suscetível à formação de histamina, uma vez que contêm grandes quantidades de histidina livre em o tecido muscular. Sua deterioração ocorre devido suas características intrínsecas. Alguns parâmetros físico-químicos, como bases voláteis totais - N-BVT, pH e A_w além de refletirem na textura do pescado, também medem a intensidade de uma possível deterioração. Este estudo avaliou a qualidade físico-química (histamina, bases voláteis totais - N-BVT, pH, e atividade de água - A_w) em em bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*). Não foi detectada a presença de histamina, enquanto os valores obtidos para N-BVT variaram entre 13,95 e 18,29 mg N/100 g. A média obtida para os parâmetros de pH e A_w foram de 5,82 e 0,955, respectivamente. Os resultados mostraram que as amostras estavam dentro do que preconiza a legislação brasileira, estando aptas para o processamento e consumo.

Palavras-chave: ATUM; N-BVT; CONTROLE DE QUALIDADE; HISTAMINA; PESCADO.

INTRODUÇÃO

Atender à exigência da população por alimentos saudáveis e com alto grau de qualidade sempre foi um dos grandes desafios da indústria. O desenvolvimento, adaptação e aplicação de técnicas de conservação de pescado para grandes volumes de produção, armazenamento e transporte, que promovem a manutenção da qualidade vêm

sendo adotadas para condições locais de acordo com o país de captura e da modalidade de pesca (1).

A composição química do pescado é reconhecida mundialmente por sua alta qualidade, sendo considerado benéfico a saúde dos consumidores. Tem alto valor nutricional graças à presença de proteínas, minerais e ácidos graxos poliinsaturados essenciais (2, 3).

A deterioração química muscular do pescado ocorre em diferentes proporções dependendo da sua composição, que pode variar segundo fatores como: tempo, condições e local de capturado pescado, habitat, gênero, idade, espécie e indivíduo. Até em um mesmo indivíduo, a deterioração pode acontecer de forma heterogênea, devido a fatores intrínsecos da composição entre as distintas áreas do animal (2). Sobre esse fato, o conhecimento das diferenças na composição química dos pescados fornece informações que diferenciam e qualificam as espécies (4, 5, 6).

A histamina [4-(2-aminoetil)imidazol] é uma diamina biogênica primária e heterocíclica, não volátil, termoestável – devido a esta última, presente no produto até mesmo após processo de esterilização comercial. Sua formação tem início a partir da descarboxilação da L-histidina, quando as condições de manuseio e estocagem do pescado são inadequadas, favorecendo o crescimento de bactérias que produzam a enzima histidina descarboxilase, e ainda, criando condições que favoreçam sua atividade (7, 8).

O perigo da histamina em pescado é intensificado pela sua característica de não volatilidade – pois pode conferir toxicidade ao produto mesmo antes deste ser considerado deteriorado ou sensorialmente inaceitável (8), conforme os parâmetros químicos de qualidade como as Bases voláteis Totais - N-BVT exigidas pelo RIISPOA – Regulamento de Inspeção sanitária e Industrial de Produtos de Origem Animal do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (9).

A determinação de N-BVT é um dos testes mais utilizados para determinar o grau de frescor dos peixes. As bases voláteis são produzidas por enzimas de origem bacteriana, e é responsável pela perda do frescor e aparecimento dos primeiros sinais de putrefação do pescado (1). O limite máximo de aceitação no Brasil é de 30 mg N/100 g para pescado fresco, porém esse valor ainda é muito discutido pelos pesquisadores, por isso a necessidade de estudos em diferentes espécies (10, 9). A quantificação de N-BVT é um dos métodos mais utilizados para a determinação da qualidade do pescado, pois apresenta procedimento analítico simples, de baixo custo e independe de grande aparato de equipamentos (11, 12).

Alguns parâmetros físico-químicos, como pH e A_w além de refletirem na textura do pescado, também medem a intensidade da deterioração. O pH da carne de peixes frescos é um parâmetro que fornece informações sobre o seu estado de conservação, uma vez que o processo de deterioração altera os níveis de pH devido à decomposição de aminoácidos (13, 14, 15).

O objetivo desse estudo foi observar as características de frescor, determinar parâmetros de qualidade físico-química (histamina, N-BVT, pH e A_w) em bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*).

MATERIAL E MÉTODOS

(a) *Amostra*: para as análises descritas a seguir, foram coletadas 09 unidades de bonito-listrado, doados por uma empresa de pescados localizada na cidade de Itajaí – SC. Os espécimes foram acondicionados em caixas isotérmicas com gelo, e transportadas aos laboratórios da UFSC. As análises de histamina, N-BVT foram realizadas ainda na indústria, enquanto o pH e A_w foram realizadas no laboratório de físico-química.

(b) *Análises*: Inicialmente as amostras foram avaliadas visualmente quanto ao seu aspecto de frescor, firmeza da pele, aspecto dos olhos e cor das brânquias, critérios utilizados para a compra desse tipo de alimento;

b.1. Histamina: pesou-se 1 g da amostra em tubo de ensaio, adicionando 2 mL de álcool metílico em cada tubo e homogeneizando no agitador tipo vórtex. Os tubos foram colocados em banho maria até levantar fervura e, em seguida, centrifugados a 3.000 rpm durante 1 min. A seguir, foram pipetados 100 μ L do sobrenadante de cada amostra e do líquido padrão de histamina (30, 50 e 100ppm) e aplicados em placa para cromatografia. Ao final, era borrifada uma solução de ninidrina e aguardava-se secar até obter uma visualização das manchas dos padrões de aminas e das amostras (caso houvesse amostra positiva). Se a amostra apresentasse possibilidade de possuir mais de 100 mg/kg de histamina, era realizado o teste no “Biofish 300[®]1”, aparelho capaz de quantificar a histamina de forma precisa, para confirmação do resultado.

b.2. N-BVT: A análise de N-BVT foi realizada através do método de microdifusão em placas de Conway, que possui dois compartimentos. Pesou-se 10 gramas da amostra e misturou-se em um béquer com 10 mL de ácido tricloroacético a 10% que, em contato com o tecido, ajuda a extrair as bases voláteis. A seguir, a amostra foi triturada e filtrada em bomba de vácuo com o auxílio do papel filtro de Whatman n^o 4 em um funil de Büchner acoplado em kitasato conectado à bomba. Foram transferidos 2 mL de ácido bórico para o compartimento interno e 2 mL da amostra no compartimento externo da placa de Conway, que foi vedada parcialmente com auxílio de lâmina de vidro e vaselina sólida. Por fim, eram adicionados 2 mL de carbonato de potássio no compartimento externo da placa e feita a vedação completa da mesma. A placa foi colocada em estufa a 37°C por duas horas para que o carbonato de potássio acelerasse a volatilização das bases da amostra, que migram para o compartimento interno. Quando entram em contato com o ácido bórico, no compartimento interno, as bases voláteis tornam a solução alcalina e a cor muda para verde. A etapa final da análise consiste na titulação da solução do compartimento interno da placa com ácido clorídrico a 0,01 N até a cor verde passar ao azul. Para se determinar os níveis de N-BVT na amostra era utilizada a seguinte fórmula:

Cálculo:

$$\frac{(V - B) \times f \times 140}{m} = BVT \text{ mg}/100g$$

Onde:

V = volume de solução de HCl 0,1 M gasto na titulação (mL);

B = volume do branco (mL);

f = fator de correção da solução de HCl 0,1 M (ou 0,01 M, dependendo do método usado);

m = massa de amostra (g).

As análises descritas acima seguiram metodologias preconizadas pelo LANARA (16).

b.3. pH: A metodologia para determinação de pH foi descrita pela AOAC (17). Pesou-se 10 g da amostra em um béquer, diluídos com auxílio de 100 mL de água. O conteúdo foi agitado em agitador magnético até que a mistura ficasse com aspecto uniforme. O pH foi determinado com o aparelho previamente calibrado, introduzindo os eletrodos para leitura da amostra.

b.4. Aw: a medição de *A_w* foi realizada utilizando um aparelho medidor que fornece a leitura em temperatura próxima de 25°C (18).

b.5 Análise Estatística: Os dados foram avaliados estatisticamente através de valores médios, desvio padrão, análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias, utilizando o software *Statistica 13*. Todas as análises descritas acima foram realizadas em triplicata (n=3).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os peixes analisados apresentavam características de frescor como aparência, mucosidade, características dos olhos, opérculos, brânquias, abdômen, músculos e odor satisfatórios. Tinham aspecto limpo e brilhante, livres de contaminantes físicos (sujeiras ou insetos como mosca), a pele úmida e bem aderida ao músculo, olhos brilhantes e salientes, brânquias de vermelho-intenso e não apresentavam odor forte. Entretanto, esses aspectos não são definitivos para se assegurar que o pescado esteja apto para consumo humano (19,9).

As amostras analisadas apresentaram ausência de histamina; no Brasil o nível máximo permitido de histamina é de 100 ppm (partes por milhão) no tecido muscular (9). Mesmo com os limites impostos, há a necessidade de inspecionar toda sua cadeia produtiva de pescados, visto que ainda é possível detectar a presença da histamina durante seu processamento (20). Silva et al. (21) em seu artigo sobre a presença de histamina em atuns frescos e enlatados detectaram a presença de histamina em ambos os produtos. Takemoto et al. (22), relataram um surto decorrente do consumo de atum ralado com óleo

comestível e caldo vegetal em conserva onde após análise das amostras do atum preparado e nos fragmentos de atum, os teores encontrados foram de 1.076,5 e 1.534,7 mg/kg, respectivamente. Esses teores estavam muito acima, cerca de 10 a 15 vezes, do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira, confirmando a intoxicação histamínica. Olivo (23) analisou amostras de atum conservadas em salmoura e em gelo de embarcações, essas amostras de atum fresco foram recém-capturadas e adquiridas de empresas pesqueiras de Itajaí-SC. Nenhuma apresentou teor de histamina superior ao estabelecido pela legislação brasileira. Já Takemoto (24) analisando 12 amostras de atum *in natura* adquiridas no comércio da cidade de São Paulo, SP encontrou duas com valores acima do permitido.

Os resultados das análises de N-BVT, pH e A_w estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das análises físico-químicas de N-BVT, pH e A_w realizadas em amostras de bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*).

Amostra	N-N-BVT±	pH	A_w
1	17,75±0,22 ^c	5,82±0,07 ^{acb}	0,957±0,003 ^a
2	14,09±0,19 ^a	5,73±0,03 ^a	0,976±0,002 ^{ab}
3	14,00±0,10 ^a	5,77±0,07 ^{ab}	0,960±0,001 ^a
4	18,29±0,27 ^b	5,93±0,03 ^{bc}	0,956±0,002 ^a
5	18,23±0,08 ^b	5,75±0,04 ^a	0,968±0,003 ^{ab}
6	15,36±0,05 ^c	5,97±0,03 ^c	0,954±0,005 ^a
7	14,00±0,03 ^a	5,79±0,09 ^{ab}	0,955±0,004 ^a
8	16,00±0,10 ^d	5,80±0,09 ^{acb}	0,964±0,004 ^{ab}
9	13,95±0,07 ^a	5,68±0,03 ^a	0,964±0,014 ^{ab}

Fonte: Autores. Letras distintas indicam diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Os valores de N-N-BVT variaram entre 13,95 e 18,29 mg N/100 g, com diferença estatística entre si. Considerando que as amostras não foram analisadas no dia em que foram capturadas e passaram pelo processo de congelamento antes dos testes, as variações observadas podem ter ocorrido em função do tempo de transporte dos peixes desde o momento da captura até a chegada no local de desembarque, método de captura, tempo de exposição dos peixes ao congelamento. Esses fatores, juntos ou individualmente, podem contribuir para o aumento da taxa de degradação dos compostos que levam a formação das N-N-BVT, bem como variações individuais dos próprios peixes (11,12, 25). Essas variações podem ter sido influenciadas também por fatores biológicos como estação do ano e local de captura (25). A legislação brasileira (9) admite um máximo de 30 mg de N/100g de tecido muscular. Assim, as amostras estavam de acordo com o preconizado.

Em geral o pescado tem pH maior que 4,5. Porém este valor pode ser alterado quando ocorre a decomposição hidrolítica, oxidativa ou fermentativa da musculatura do peixe. O RIISPOA estabelece que o pH da carne externa seja inferior a 6,8 e da interna, inferior a 6,5 (26; 9). Assim, as amostras analisadas se encontram dentro do limite permitido. Kiwak e colaboradores (27) encontraram valores de pH compreendidos entre 5,00 e 6,00 em atum-bonito. Segundo o FDA (28) o pH do atum está na faixa compreendida entre 5.2 e 6.1.

A atividade de água é um dos fatores mais importantes no crescimento bacteriano, uma vez que ambientes aquosos são propícios para o desenvolvimento de bactérias (29). A tabela CVO/Food Safety Knowledge Centre (30) mostra que a atividade de água do peixe é de 0,950. Esse fator pode variar de acordo com a forma de conservação e espécie da matéria prima.

CONCLUSÕES

O pescado analisado está apto para consumo humano. Todas as análises apresentaram resultados dentro dos limites permitidos pela legislação. Boas práticas como manejo correto e controle da temperatura em todas as etapas pós captura e uso de gelo elaborado com água tratada devem ser adotadas no intuito de evitar o processo indesejado de degradação bacteriana. Esses cuidados devem ser implementados desde a captura e o acondicionamento do pescado até sua distribuição final.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Gomes da Costa pela doação das amostras; o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 através da concessão de bolsas de pesquisa de doutorado a C.M. Aquino; de mestrado a D.S. Costa e L.V.P. Riofrio e de Pós-Doutorado à E.M. Brasil; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Produtividade em Pesquisa à M.L. Martins (CNPq 306635/2018-6).

REFERÊNCIAS

1. Barbosa RC. Avaliação da qualidade de recursos pesqueiros pós captura ao enlatamento. [tese]. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da UFSC; 2017.
2. Guérin T, Chekri R, Vastel C, Sirot V, Volatier J-L, Leblanc J-C, Noël, L. Determination of 20 trace elements in fish and other seafood from the French market. Food Chem. 2011;127:934–942.

3. Storelli M, Barone G, Perrone V, Storelli A. Risk characterization for polycyclic aromatic hydrocarbons and toxic metals associated with fish consumption. *J Food Compost Anal.* 2013;31:115-119.
4. Gallardo JM, Aubourg SP, Pérez-Martín R. Lipid classes and their fatty acids at different loci of albacore (*Thunnus alalunga*): Effects of the pre-cooking. *J. Agric. Food Chem.* 1989;37:1060-1064.
5. Ashie INA, Simpson BK. Application of high hydrostatic pressure to control enzyme related fresh seafood texture deterioration. *Food Res. Int.* 1996;29:569–575.
6. Noël L, Chafey C, Testu C, Pinte J, Velge P, Guérin T. Contamination levels of lead, cadmium and mercury in imported and domestic lobsters and large crab species consumed in France: Differences between white and brown meat. *J Food Compost Anal.* 2011;24:368-375.
7. Carmo FBT, Mársico ET, Clemente Scs, Carmo RP, Freitas MQ. Histamina em conservas de sardinha. *Cienc. Anim. Bras.* 2010;11:174-180.
8. Souza ALM, Calixto FAA, Mesquita EFM, Packness MP, Azeredo DP. Histamine and traceability of fish: literature review. *Arq. Inst. Biol.* 2015;82:1-11.
9. BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, que disciplina a fiscalização e a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 30 de março de 2017, Brasília, DF, 2017.
10. Teodoro AJ, Andrade ECB, Mano SB. Avaliação da utilização de embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*). *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2007;27:158-161.
11. Baixas-Nogueras S, Bover-Cid S, Veciana-Nogues T, Nunes ML, Vidal-Carou MC. Development of a quality index method to evaluate freshness in mediterranean hake (*Merluccius merluccius*). *J. Food Sci.* 2003;68:1067-1071.
12. Howgate P. A critical review of total volatile bases and trimethylamine as indices of freshness offish. Part 2: formation of bases, and application in quality assurance. *J. Agric. Food Chem.* 2010;9:58-88.
13. Chytiri S, Chouliara I, Savvaidis IN, Kontominas MG. Microbiological, chemical and sensory assessment of iced whole and filleted aquacultured rainbow trout. *J. Food Microbiol.* 2004;21:157-165.

14. Akse L, Birkeland S, Tobiassen T, Joensen S, Larsen R. Injection-salting and cold-smoking of farmed atlantic cod (*Gadus morhua* L.) and atlantic salmon (*Salmo salar* L.) at different stages of rigor mortis: effect on physical properties. *Food Sci.* 2008;73:378-382.
15. Andrés-Bello A, Barreto-Palacios V, García-Segovia P, Mir-Bel JE, Martínez-Monzó. J. Effect of pH on color and texture of food products. *Food Eng. Rev.* 2013; 5:158-170.
16. Laboratório Nacional De Referência Animal - LANARA. Métodos Analíticos Oficiais Para Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes. Brasília: Ministério da Agricultura, 112 p, 2014.
17. Association Of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC International. 16a. ed. 3a. rev. AOAC International, Gaithersburg, MD. 2002.
18. DECAGON, Manual AquaLab ATE Series Manual. Disponível em <<http://aqualab.decagon.com.br/educacao/aqualab-series-4te-manual/>> Acesso: 20 de outubro de 2021.
19. Amaral GV, Freitas DGC. Método do índice de qualidade na determinação do frescor de peixes. *Cienc. Rural.* 2013;43:2093-2100.
20. Souza ALM, Calixto FAA, De Mesquita EDFM, Packness M, Azeredo DP. Histamina e rastreamento de pescado: revisão de literatura. *Arq. Inst. Biol.* 2015;82:01-11.
21. Silva TM, Evangelista WP, Glória MBA. Occurrence of histamine in Brazilian fresh and canned tuna. *Food Control.* 2011;22:323-327.
22. Takemoto E, Evangelista WP, Minazzi-Rodrigues RS, Marsiglia DAP, Oliveira CAF, Glória MBA. Histamine intoxication outbreak associated to canned tuna intake in the State of São Paulo, Brazil. *BEPA.* 2014;11:29-32.
23. OLIVO G. Validação e estimativa de incerteza de medição de um método para determinação de aminas biogênicas por cromatografia líquida de alta eficiência em matriz de atum (*Thunnus* spp). [dissertação]. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos da UFSC; 2013.
24. Takemoto E. Desenvolvimento de metodologia por cromatografia líquida de ultra eficiência para determinação de histamina em pescados *in natura* e em conservas. [tese]. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP; 2016.

25. Howgate, P. A critical review of total volatile bases and trimethylamine as indices of freshness of fish. part 2. formation of the bases, and application in quality assurance. *EJEAFChe*. 2010;9:58-88.
26. Gonçalves AA. *Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo: Editora Atheneu, 2011.
27. Kiwak PH, Reo AR, Montolalu LADY, Pandey EV, Kaseger BE, Makapedua DM. Pengujian tpc, kadar air dan ph pada ikan kayu cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang di simpan pada suhu ruang. *J. Media Teknologi Hasil Perikanan*. 2018;6:71-76.
28. FDA. *Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins*. 2 ed. Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN) of the Food and Drug Administration (FDA), U.S. Department of Health and Human Services, Silver Springs, USA, 2012.
29. Gaspar PD, Domingues C, Gonçalves LCC, Andrade LP. Avaliação da qualidade e segurança alimentar pela previsão do crescimento microbiano em diferentes condições de conservação. *Proceedings of V Congreso Ibérico y III Congreso Iberoamericano de Ciencias y Técnicas del Frío (CYTEF-2009)*, Castelló, Espanha, 2009.
30. CVO/Food Safety Knowledge Centre. Water content and water activity: two factors that affect food safety. 2015. Disponível em http://www.gov.mb.ca/agriculture/food-safety/at-the-food-processor/water-content-water-ctivity.html#water_content> Acesso em 19 de novembro de 2019.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-41>

Capítulo 41

FRUTAS: CONTAMINAÇÃO POR MICOTOXINAS, AGROTÓXICOS E ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO

Marcy Heli Paiva Rodrigues¹; Andressa Cunha Lemos²; Verônica Simões de Borba³; Anelise Christ Ribeiro⁴; Maristela Barnes Rodrigues Cerqueira⁵; Eliana Badiale Furlong⁶

¹ Pesquisadora do Programa de Pós Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos – PPGECA – FURG; marcyheli@hotmail.com, ² Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos – PPGECA – FURG; andressa.cunhalemos@hotmail.com, ³ Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos – PPGECA – FURG; veronicasimoesborba@gmail.com, ⁴ Docente/Pesquisador na Escola de Química e Alimentos – EQA – FURG; christ.ribeiro@hotmail.com, ⁵ Técnica/Pesquisador na Escola de Química e Alimentos – EQA – FURG; mariscerqueira@hotmail.com ⁶ Docente/Pesquisador na Escola de Química e Alimentos – EQA – FURG; dqmebf@furg.br

Resumo: As doenças pós-colheita causadas por fitopatógenos constituem um grave problema e provocam perdas de aproximadamente 80% do valor total da produção de frutas no Brasil. Micotoxinas e agrotóxicos são relatados como os principais contaminantes encontrados em frutas. Neste documento estão discutidas as principais micotoxinas e agrotóxicos presentes em frutas e as estratégias empregadas para mitigação destes contaminantes, visando contribuir para segurança alimentar. As micotoxinas causam perdas de valor nutricional e contaminam diversas espécies de frutas, as mais frequentemente detectadas são a patulina, citrinina, ocratoxina A, aflatoxinas e micotoxinas de *Alternaria*. Dentre os resíduos de agrotóxicos presentes em frutas, se destaca a classe dos organofosforados, e estes resíduos podem estar presentes tanto nas frutas *in natura* como nos produtos processados. Para redução dos níveis destes contaminantes o emprego de métodos de mitigação com uso biocontroladores e lavagem com água oxidante mostraram bons efeitos na redução de micotoxinas. A lavagem com água e retirada da casca da fruta também são boas alternativas para a redução de agrotóxicos.

Palavras-chave: biocontroladores, casca da fruta, organofosforados, patulina

INTRODUÇÃO

O consumo de vegetais fornece uma contribuição valiosa para a nutrição da população mundial. Dentre eles, as frutas se destacam por serem importantes fontes de vitaminas, minerais e compostos bioativos que contribuem com diversos benefícios quando fazem parte da dieta humana (1). No entanto, a riqueza em carboidratos aliada à alta atividade de água atraem insetos e microrganismos que podem causar deterioração nas frutas e perdas da atividade biológica de seus componentes

Nesse contexto, as doenças pós-colheita causadas por fitopatógenos constituem outro grave problema e provocam danos em torno de 80% do valor total da produção de frutas no Brasil, tais doenças são responsáveis por perdas significativas de produtos agrícolas durante as etapas de armazenamento e comercialização em todo o mundo (2). Os fungos são os principais microrganismos causadores de doenças pós-colheita em frutas, sendo gêneros importantes: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Ceratocystis*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Lasiodiplodia*, *Monilinia*, *Mucor*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis*, *Phoma*, *Phomopsis*, *Phytophthora* e *Rhizopus*. Além dos prejuízos econômicos, a presença de fungos em frutas pode acarretar danos tanto para saúde humana quanto animal (3).

Espécies toxigênicas destes fungos podem produzir metabólitos secundários, os níveis de micotoxinas, as quais contaminam os alimentos no campo e/ou no armazenamento, podem variar dependendo da estação, área de cultivo e condições de armazenamento. Além disso, são altamente estáveis sob diferentes condições, sendo difíceis de eliminar da cadeia alimentar. A contaminação micotoxicológica causa perdas de produção agrícola, afetando a segurança alimentar e o comércio internacional (4).

A principal forma de controlar os patógenos tem sido o uso de agrotóxicos, cujo uso indevido vem sendo demonstrado com frequência (5,6). Além do efeito maléfico da exposição humana aos resíduos destes princípios ativos, o valor nutricional e funcional destas frutas também pode ser reduzido com conseqüentemente prejuízos à saúde humana. Portanto, tem-se buscado por alternativas que sejam menos danosas e que possam mitigar o efeito destes contaminantes nos alimentos.

Neste documento estão discutidas as principais micotoxinas e agrotóxicos presentes em frutas e as estratégias empregadas para mitigação destes contaminantes, visando contribuir para segurança alimentar.

MICOTOXINAS EM FRUTAS

Micotoxinas são metabólitos tóxicos secundários produzidos por fungos, representadas por vários grupos de substâncias químicas, em diversos substratos, incluindo frutas. As micotoxinas são estruturas estáveis, sendo difícil eliminá-las do alimento. Elas causam prejuízos como perda de produtividade e afetam a segurança alimentar (7). Dentre as micotoxinas que ocorrem em frutas, as de maior ocorrência são a patulina, citrinina, ocratoxina A, aflatoxinas e micotoxinas de *Alternaria* (8).

A patulina é uma micotoxina frequente em maçãs e produtos à base de maçã, pêras, pêssegos e ameixa. O principal efeito tóxico de exposição a esta micotoxina pela dieta são distúrbios gastrointestinais como distensão, ulceração e hemorragia. Outros efeitos incluem: neurotoxicidade, imunitoxicidade e genotoxicidade (9,10). Devido à essas características tóxicas, a Organização Mundial da Saúde (WHO: World Health Organization - em inglês) em conjunto com a Organização Conjunta para a Alimentação e Agricultura (JECFA: Joint Food and Agriculture Organization/World Health Organization Expert Committee on Food Additives – em inglês) estabeleceram níveis máximos toleráveis de ingestão diária (PMTDI: Provisional Maximum Tolerable Daily Intake – em inglês) de $0,4 \text{ mg kg}^{-1} \text{ peso corporal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de patulina (11).

Piqué et al. (9) determinaram patulina em sucos e purês de maçã de produção orgânica e convencional na região da Catalunha, e os resultados mostraram alta incidência

e concentração de patulina em purês de maçã orgânica em comparação com os de produção convencional. Hartwig et al. (12) determinaram a ocorrência e concentração de patulina em frutas secas, verificando que a ocorrência foi de 66,7% para damasco seco e passas brancas; 85,7% para ameixa seca e 100% para maçã seca e passas pretas, com concentração variando de <LOQ até 482 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Segundo os autores, as frutas secas são fontes de compostos funcionais, porém, também são fontes de contaminantes fúngicos como patulina. Estes relatos sugerem que é interessante adotar limites máximos para patulina em outras frutas além de maçã para afirmar de forma segura que elas são fontes de compostos funcionais.

As micotoxinas produzidas por fungos do gênero *Alternaria* contaminam alimentos como cereais, oleaginosas e frutas (tomates, maçãs e frutas cítricas). Dentre as principais micotoxinas desse grupo destacam-se: ácido tenuazoico (TeA), alternariol (AOH), alternariol monometil éter (AME), altenueno (ALT) e tentotoxina (TEN) (13,14). A EFSA realizou uma avaliação de risco em decorrência da exposição as micotoxinas de *Alternaria* e concluiu que AOH e AME são genotóxicas em bactérias e células de mamíferos (15). Huang, Wang e Chan (16) verificaram que AOH exerce efeitos embriotóxicos e imunotóxicos em ratos, causando redução do peso fetal, desencadeando estresse oxidativo e expressão de genes que codificam proteínas antioxidantes. Assim, a EFSA determinou o valor limite de toxicidade de risco em: 2,5 $\text{ng}\cdot\text{kg}$ de massa corporal⁻¹·dia⁻¹ para AOH e AME, que são genotóxicos e 1500 $\text{ng}\cdot\text{kg}$ de massa corporal⁻¹·dia⁻¹ para as micotoxinas não genotóxicas TeA e TEN (15).

Fan et al. (17) validaram um método para determinação de micotoxinas de *Alternaria* em frutas baseado em espectrometria de massas e verificaram a aplicação do método em frutas frescas, melão, uvas e pêras aonde x% estava contaminada com ao menos uma das toxinas deste grupo. Gambacorta et al. (13) determinaram micotoxinas de *Alternaria* em especiarias e ervas, verificando que 89% das amostras estavam contaminadas com pelo menos uma alterotoxina e 14% estavam contaminadas com uma mistura de TeA, ME e TEN. 76% das amostras estavam contaminadas por TeA, 34 % com AOH, 46% com AME e 37% com TEN. Esses resultados mostram que existem métodos adequados para a determinação dessas micotoxinas e a ocorrência delas em diversas matrizes, mas ainda não existem dados suficientes para que novas recomendações de limites aceitáveis possam ser recomendadas.

As aflatoxinas são um grupo de metabólitos produzidos por fungos do gênero *Aspergillus*, cujos principais representantes são as Aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂. A aflatoxina B₁ é o principal cancerígeno natural conhecido, sendo classificada no grupo 1 da Agência Internacional para Pesquisa sobre Cancer (IARC: International Agency for Research on Cancer – em inglês) como carcinógeno para humanos (18), apresentando efeitos hepatotóxicos, carcinogenicidade, mutagenicidade e retarda o crescimento em animais (7,8). Fan et al. (17) determinaram micotoxinas em frutas frescas e secas, encontrando níveis de 0,23; 5,40; 9,50 e 1,10 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ para Aflatoxina B₁, B₂, G₁ e G₂, respectivamente em frutas frescas e 30,77; 92,32; 50,00 e 30,77 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ para Aflatoxina B₁, B₂, G₁ e G₂, respectivamente em frutas secas. Os autores também destacam que mais atenção é necessária para o risco potencial de aflatoxinas em frutas.

A ocratoxina A (OTA) é uma das micotoxinas mais comuns encontradas em frutas. Ela é classificada no grupo 2B do IARC como possível carcinógeno à humanos (19). Além disso, apresenta efeitos neurotóxicos, nefrotóxicos e imunossupressivos. A Comissão Europeia estabelece níveis máximos de OTA de 10 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (20). A EFSA estabelece a ingestão semanal (TWI: Weekly intake – em inglês) de 120 $\text{ng}\cdot\text{kg}$ massa

corporal⁻¹ (21). No Brasil, são estabelecidos limites máximos tolerados (LMT) de 10 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ para OTA em frutas secas e desidratadas (22).

Sehonová et al. (23) determinaram micotoxinas em maçãs de produção orgânica e convencional, correlacionando os níveis de micotoxinas com indicadores do metabolismo fúngico. Foi verificado que a OTA estava presente em todas amostras analisadas. Os autores concluem que tanto a produção orgânica quanto a convencional de maçãs não estão correlacionadas com a contaminação por OTA. Esses resultados alertam sobre o perigo dos cultivos orgânicos, que na maioria das vezes são vistos como sendo capazes de tornarem os frutos mais resistentes a contaminação fúngica. Assim também a estratégia de adotar aplicação de agrotóxicos para prevenir contaminação micotoxicológica precisa ser melhor avaliada quanto ao seu efeito na prevenção da produção de micotoxinas.

AGROTÓXICOS EM FRUTAS

O uso de agrotóxicos tem preocupado os órgãos responsáveis pela saúde humana e os consumidores a ponto de se tornar um fator importante no mercado de importação e exportação de alimentos (24). Apesar de fatores biológicos, físico-químicos e mecânicos que podem levar a dissipação de agrotóxicos após sua aplicação, eles tendem a permanecer no alimento, resultando em níveis questionáveis de resíduos nos produtos (25). As chances de ocorrência de resíduos de agrotóxicos, em frutas é maior que em alguns outros alimentos, pois estas são frequentemente tratadas com vários agroquímicos em diferentes estádios de sua vida útil, o que se torna mais preocupante o fato de serem consumidas principalmente de forma *in natura* (26).

Um estudo realizado na Sérvia com sucos de frutas, de uso rotineiro na região, demonstrou a toxicidade, decorrente de potenciais riscos associados à exposição a substâncias ativas de agrotóxicos residuais que apresentavam probabilidade elevada de promover câncer ao longo da vida dos consumidores (24). Ainda neste estudo, onde foram analisadas 69 substâncias ativas, 71,2% tiveram pelo menos um resíduo detectado e 15,1% pelo menos um resíduo quantificado, sendo 36,2% benzoimidazóis, 26,5% neonicotinoides, 14,8% anilino pirimidinas e 6,8% tiazóis.

Os organofosforados (OPPs) são inseticidas amplamente usados em todo o mundo devido a sua alta eficácia, baixa persistência ambiental e custo baixo (27). Quantidades traços de OPPs podem se acumular em diversos produtos agrícolas como frutas vegetais, arroz e grãos devido a sua solubilidade em água e bioacumulação inerente (28). Ghorbani et al. (29) analisaram amostras de vegetais e identificaram a presença dos OPPs, clorpirifós em tomates disponíveis no supermercado e malathion em tomates obtidos diretamente do local de produção, contudo a concentração destes OPPs estava abaixo dos níveis máximos de resíduos.

Zhao et al. (30) analisaram sucos de frutas (uva, tomate, cereja, maçã, manga e pêra) consumidos na China e os níveis residuais de OPPs foram identificados nos sucos de uva ($9,6 \mu\text{g L}^{-1}$), cereja ($5,5 \mu\text{g L}^{-1}$), maçã ($20,8 \mu\text{g L}^{-1}$) e pêra ($14,6 \mu\text{g L}^{-1}$). Nenhum dos OPPs foi detectado em sucos de tomate e manga. Os níveis detectados de OPPs em todas as amostras foram menores do que seu limite residual máximo permitido ($50 \mu\text{g L}^{-1}$) pela União Europeia e China. O mesmo padrão de contaminação foi relatado por, Wang

et al. (31) que detectaram os OPPs em seis tipos de sucos de frutas variando de 2,5 a 27,2 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Estes dados ilustram que os resíduos de agrotóxicos vêm sendo detectados em frutas *in natura* e sucos, outros produtos processados como doces, purês, frutas em calda e geleias também. Durante o processamento de frutas estão envolvidas várias etapas: lavagem, resfriamento, descascamento, branqueamento, congelamento, desidratação e enlatamento (32), além disso alguns produtos são submetidos a tratamentos térmicos que reduzem o teor de água, o que contribui para concentrar qualquer resíduo de agrotóxico presente na fruta fresca. A EFSA e outros autores constataram que os agrotóxicos, na sua estrutura original, se encontram em níveis mais elevados em produtos não processados, mas seus resíduos podem ser encontrados em maiores níveis em produtos processados (33,34).

Sannino, Bolzoni e Bandini (35) detectaram a presença de 24 agrotóxicos em purês de maçãs e tomates concentrados. Reichert et al. (36) encontraram 107 agrotóxicos em geleias de damasco, uva, pêsego, abacaxi e morango. Valera et al. (37) avaliaram 103 amostras de 15 tipos de produtos de frutas encontrando 53% das amostras analisadas contaminadas com agrotóxicos, onde o mais frequente foi o inseticida Spinosad, seguido pelos fungicidas fluopirame, cyprodinil, piraclostrobina e tiofanato-metílico. Produtos de morango e pêra foram as matrizes com o maior número de positivos para agrotóxicos, em contraste, nenhum agrotóxico foi encontrado em purê de framboesa e pêsego, compota de morango e pêsego em calda.

Estes relatos reforçam a importância de um conjunto de dados robusto para regular contaminantes como os agrotóxicos para proteger a saúde da população e por consequência o estabelecimento de monitoramento contínuo para garantir a efetividade da política de mitigação e gestão do risco o para os consumidores.

ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO DE MICOTOXINAS E AGROTÓXICOS

O aumento do consumo de alimentos mais saudáveis como as frutas tem causado alerta mundial quanto a deterioração destes alimentos decorrente, principalmente, da contaminação microbiana (parasitas, bactérias e fungos) durante o cultivo, armazenamento, transporte e/ou processamento da matéria-prima e/ou alimento. A insegurança alimentar de frutas está atrelada a contaminação fúngica e ao uso de pesticidas. Sabores estranhos, acidificação, desintegração e descoloração dos frutos são ocasionados pelo crescimento fúngico, em que alguns destes fungos são toxigênicos, capazes de produzir micotoxinas (38,39).

As micotoxinas e os pesticidas utilizados para combater a contaminação microbiana causam efeitos deletérios na saúde humana e animal, com isso, além da utilização de medidas preventivas como as boas práticas agrícolas para evitar a contaminação fúngica nos frutos, a utilização de métodos de mitigação por estratégias convencionais ou emergentes de preservação de alimentos são alternativas para reduzir a contaminação fúngica e as concentrações de pesticidas e micotoxinas a níveis considerados seguros pelos órgãos regulamentadores (38).

Algumas estratégias de mitigação de fungos toxigênicos, micotoxinas e pesticidas em frutas estão apresentadas na Tabela 1. Este levantamento de informações com alguns

estudos realizados por diversos pesquisadores permitiu observar a maioria das estratégias de mitigação para os contaminantes em questão em frutas focam na redução/biodegradação de micotoxinas, principalmente para patulina em maçã e suco de maçã. Acredita-se que esta tendência se justifica pela toxicidade, dificuldade de mitigação (durante o cultivo, colheita e processamento) e existência legislação de patulina em maçã e derivados por diversos órgãos reguladores. As formas mais utilizadas para mitigar pesticidas é a imersão de frutas em soluções como água, água acidificada e solução salina, por exemplo. Logo, a lavagem de frutos antes do seu consumo, principalmente dos menos maduros, tem se mostrado o método mais eficiente e acessível para a redução da contaminação por pesticidas presentes na região superficial dos frutos (34).

Os poucos estudos de mitigação de fungos toxigênicos devem-se ao fato destes serem referidos na literatura pelo contexto patológico como patógenos causadores de apodrecimento, direcionando estudos sobre doenças nos frutos identificadas por sintomas como manchas, acidificação e degradação da cor. Outro fator limitante é a dificuldade de aplicação de agentes de biocontrole para fungos no campo, devido à variabilidade das condições ambientais (umidade e temperatura), viabilidade econômica de implementação e obtenção de eficácia e confiabilidade comparáveis ao controle químico, como o uso de pesticidas durante o cultivo de frutas. A combinação do uso de agentes de biocontrole com a redução de pesticidas pode ser uma maneira viável e mais eficiente em busca de novas alternativas (39). A dificuldade de analisar frutas devido suas composições diversificadas (alta atividade de água e alto teor de açúcares) e a vida útil curta quando comparada aos cereais, também limita a disponibilidade de informações na literatura. Portanto, a compreensão da estrutura, composição físico-química, e como é a tendência de infecção da casca e a dispersão de fungos toxigênicos, micotoxinas e pesticidas em diferentes frutos ainda são barreiras que a proposição de estratégias de mitigação.

Tabela 1 – Estratégias de mitigação e redução da contaminação por micotoxinas e agrotóxicos em frutas.

	Analito	Fruta ou Suco	Estratégia de mitigação	Redução	Referência
Micotoxinas	Patulina	Maçã	Agentes de biocontrole (<i>Cryptococcus laurentii</i> e <i>Kosakonia radicincitans</i>) para redução da podridão da fruta pela causada por <i>P. expansum</i> e produção de Patulina.	74,5-100%	(40)
	Ocratoxina A	Uva	Lavagem com água oxidante eletrolisada com cloreto de potássio.	92-96%	(41)
	Zearalenona	Suco de Laranja Suco de Abacaxi Suco de Tomate	Tratamento com diferentes doses de irradiação.	52,7-82,4% 50,9-83,8% 49,7-79,3%	(42)
	Patulina	Suco de Maçã	Fermentação com <i>Lactobacillus pentosus</i>	53,1%	(43)
	Patulina	Suco de Maçã	Degradação da micotoxina por enzimas desidrogenase/reductase.	80%	(44)
A	Clorpirifos	Pêssego		74 e 86%	(45)

Difenoconazol	Imersão das frutas em soluções de NaCl 10% e	78 e 97%
Carbendazim	CH ₃ COOH 10% (v/v) por 10 min.	84 e 89%

Um fator limitante para o controle da contaminação fúngica é a dificuldade de aplicação de técnicas alternativas como biocontrole. Isso se deve à variabilidade das condições ambientais, viabilidade econômica, eficácia e confiabilidade. A combinação do uso de agentes de biocontrole com a redução de agrotóxicos pode ser uma alternativa viável e eficiente (39). A dificuldade de analisar frutas em virtude de suas composições diversificadas (alta atividade de água e conteúdo de açúcares elevado) e a vida útil curta quando comparada aos cereais, é outro fator que limita a disponibilidade de informações na literatura. Portanto, a compreensão da estrutura, composição físico-química, e a tendência de infecção da casca e a dispersão de fungos toxigênicos, micotoxinas e agrotóxicos em diferentes espécies de frutas ainda são barreiras para a proposição e confirmação da eficiência de estratégias inovadoras de mitigação.

CONCLUSÃO

As micotoxinas causam redução da segurança no consumo de frutas e diversas delas vem sendo encontradas em frutas e seus derivados. A Patulina é uma micotoxina bastante associada à contaminação por maçãs e por este motivo tornou-se passível de regulamentação por diversos órgãos. Resíduos de agrotóxicos também são frequentemente detectados em frutas, com destaque para os organofosforados, cujos resíduos podem estar presentes tanto na fruta *in natura* como no produto processado. Para redução dos níveis destes contaminantes, o emprego de métodos de mitigação com uso de biocontroladores e lavagem com água oxidante mostraram bons efeitos na redução de micotoxinas e lavagem com água salina ou acidificada se mostrou uma boa alternativa na redução de agrotóxicos. No entanto, a continuidade de monitoramento da presença destes contaminantes em frutas é imprescindível para garantir a segurança da população quanto ao impacto deles na saúde humana e no meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Código Financeiro 001), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela ajuda financeira.

REFERÊNCIAS

1. Hell K, Gnonlonfin BGJ, Kodjogbe G, Lamboni Y, Abdourhamane IK. Mycoflora and occurrence of aflatoxin in dried vegetables in Benin, Mali and Togo, West Africa. *Int J Food Microbiol.* 2009;135(2):99–104.
2. Teixeira N, Melo JCS, Batista LF, Paula-Souza J, Fronza P, Brandão MGL. Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial

- characteristics versus bioactivity as tool to select research. *Food Res Int* [Internet]. 2019;119(October 2018):325–48. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.058>
3. Assis I, Pereira J, Bezerra JL, Neves J. FUNGOS EM FRUTAS in natura E EM PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS À BASE DE FRUTAS. *Agrotropica* (Itabuna). 2019;31(3):231–8.
 4. Perre E Van De, Jacxsens L, Lachat C, El F, Meulenaer B De. Impact of maximum levels in European legislation on exposure of mycotoxins in dried products : Case of aflatoxin B1 and ochratoxin A in nuts and dried fruits. *Food Chem Toxicol* [Internet]. 2015;75:112–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2014.10.021>
 5. dos Santos EO, Gonzales JO, Ores JC, Marube LC, Caldas SS, Furlong EB, et al. Sand as a solid support in ultrasound-assisted MSPD: A simple, green and low-cost method for multiresidue pesticide determination in fruits and vegetables. *Food Chem* [Internet]. 2019;297(February):124926. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.200>
 6. Arias LA, Garzón A, Ayarza A, Aux S, Bojacá CR. Environmental fate of pesticides in open field and greenhouse tomato production regions from Colombia. *Environ Adv* [Internet]. 2021;3(January):100031. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2021.100031>
 7. Van de Perre E, Deschuyffeleer N, Jacxsens L, Vekeman F, Van Der Hauwaert W, Asam S, et al. Screening of moulds and mycotoxins in tomatoes, bell peppers, onions, soft red fruits and derived tomato products. *Food Control*. 2014;37(1):165–70.
 8. Fernández-Cruz ML, Mansilla ML, Tadeo JL. Mycotoxins in fruits and their processed products: Analysis, occurrence and health implications. *J Adv Res*. 2010;1(2):113–22.
 9. Piqué E, Vargas-Murga L, Gómez-Catalán J, Lapuente J de, Llobet JM. Occurrence of patulin in organic and conventional apple-based food marketed in Catalonia and exposure assessment. *Food Chem Toxicol*. 2013;60:199–204.
 10. Sarubbi F, Formisano G, Auriemma G, Arrichiello A, Palomba R. Patulin in homogenized fruit's and tomato products. *Food Control*. 2016;59:420–3.
 11. WHO. World Health Organization -Evaluation of certain food additives and contaminants. 44th Report of the Joint Food and Agriculture Organization/ World Health Organization Expert Committee on Food Additives. Technical Report Series. 1995. p. 36–8.
 12. Hartwig N, Ferreira CFJ, Colazzo CC, Kupski L, Badiale-Furlong E. Dry fruit as source of fungal contaminants or functional compounds? *Food Sci Technol*. 2020;40(1):76–83.
 13. Gambacorta L, El Darra N, Fakhoury R, Logrieco AF, Solfrizzo M. Incidence and levels of *Alternaria* mycotoxins in spices and herbs produced worldwide and commercialized in Lebanon. *Food Control*. 2019;106(April):106724.
 14. López P, Venema D, de Rijk T, de Kok A, Scholten JM, Mol HGJ, et al. Occurrence of *Alternaria* toxins in food products in The Netherlands. *Food Control*. 2016;60:196–204.
 15. EFSA. CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain) (2011). Scientific opinion on the risks for animal and public health related to the presence of *Alternaria* toxins in feed and food. *EFSA J*. 2011;9(2407):97PP.

16. Huang C-H, Wang F-T, Chan W-H. Alternariol exerts embryotoxic and immunotoxic effects on mouse blastocysts through ROS-mediated apoptotic processes. *Toxicol Res (Camb)*. 2021;10(4):719–32.
17. Fan Y, Liu F, He W, Qin Q, Hu D, Wu A, et al. Screening of multi-mycotoxins in fruits by ultra-performance liquid chromatography coupled to ion mobility quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Food Chem*. 2022;368(August 2021):130858.
18. IARC. International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene. IARC Press. 2002;82:301–66.
19. WHO. World Health Organization, IARC International Agency for Research on Cancer. Some naturally occurring substances: food items and constituents, hetero- cyclic aromatic amines and mycotoxins. IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Hum. 1993;56.
20. EC. COMMISSION REGULATION (EC) of 19 December 2006, setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Off J Eur Union*. 2006;L364:5–24.
21. EFSA. Opinion on the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to Ochratoxin A in food – Question N° EFSA-Q-2005-154. *EFSA J*. 2006;365:1–56.
22. BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN N° 88, DE 26 DE MARÇO DE 2021. Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos. 2021.
23. Sehonová P, Němečková M, Plhalová L, Maršálek P, Doubková V, Chloupek P, et al. Mycotoxins in apples coming from organic production and integrated pest management. *Czech J Food Sci*. 2021;39(2):100–5.
24. Torović L, Vuković G, Dimitrov N. Pesticide residues in fruit juice in Serbia: Occurrence and health risk estimates. *J Food Compos Anal*. 2021;99(November 2020).
25. Sun D, Zhu Y, Pang J, Zhou Z, Jiao B. Residue level, persistence and safety of spirodiclofen-pyridaben mixture in citrus fruits. *Food Chem*. 2016;194(March):805–10.
26. Bibi A, Rafique N, Khalid S, Samad A, Ahad K, Mehboob F. Method optimization and validation for the routine analysis of multi-class pesticide residues in Kinnow Mandarin and fruit quality evaluation. *Food Chem*. 2022;369(April 2021):130914.
27. Hamedi R, B.G. Aghaie A, Hadjmohammadi MR. Magnetic core micelles as a nanosorbent for the efficient removal and recovery of three organophosphorus pesticides from fruit juice and environmental water samples. *J Sep Sci*. 2018;41(9):2037–45.
28. Wang C, Wu Q, Wu C, Wang Z. Determination of some organophosphorus pesticides in water and watermelon samples by microextraction prior to high-performance liquid chromatography. *J Sep Sci*. 2011;34(22):3231–9.
29. Ghorbani M, Mohammadi P, Keshavarzi M, Saghi MH, Mohammadi M, Shams A, et al. Simultaneous determination of organophosphorus pesticides residues in vegetable, fruit juice, and milk samples with magnetic dispersive micro solid-phase extraction and chromatographic method; recruitment of simplex lattice

- mixture design for optimization. *Anal Chim Acta*. 2021;1178:338802.
30. Zhao Q, Mei H, Li Y, Zhou P, Jing Q, Wang H, et al. Sensitive detection of trace-level organophosphorus pesticides in fruit juices using a novel pH-responsive fluorescence probe based on 4-(morpholinomethyl) phenyl) boronic acid. *Microchem J*. 2021;169(February):1–7.
 31. Wang X, Li P, Ding Q, Wu C, Zhang W, Tang B. Observation of Acetylcholinesterase in Stress-Induced Depression Phenotypes by Two-Photon Fluorescence Imaging in the Mouse Brain. *J Am Chem Soc*. 2019;141(5):2061–8.
 32. Sumonsiri N., Barringer SA. Fruits and vegetables–Processing technologies and applications. In: Sons JW&, editor. *Food Processing: Principles and Applications*. 2nd ed. 2014. p. 363–81.
 33. Kaushik G, Satya S, Naik SN. Food processing a tool to pesticide residue dissipation - A review. *Food Res Int*. 2009;42(1):26–40.
 34. Keikotlhaile BM, Spanoghe P, Steurbaut W. Effects of food processing on pesticide residues in fruits and vegetables: A meta-analysis approach. *Food Chem Toxicol*. 2010 Jan;48(1):1–6.
 35. Sannino A, Bandini M. Determination of seven benzoylphenylurea insecticides in processed fruit and vegetables using high-performance liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Rapid Commun Mass Spectrom*. 2005;19(19):2729–33.
 36. Reichert B, Pizzutti IR, Costabeber IH, Uclés A, Herrera S, Fernández-Alba AR. Validation and application of micro flow liquid chromatography-tandem mass spectrometry for the determination of pesticide residues in fruit jams. *Talanta*. 2015;134:415–24.
 37. Valera-Tarifa NM, Santiago-Valverde R, Hernández-Torres E, Martínez-Vidal JL, Garrido-Frenich A. Development and full validation of a multiresidue method for the analysis of a wide range of pesticides in processed fruit by UHPLC-MS/MS. *Food Chem*. 2020;315(December 2018):126304.
 38. Hashemi Moosavi M, Mousavi Khaneghah A, Javanmardi F, Hadidi M, Hadian Z, Jafarzadeh S, et al. A review of recent advances in the decontamination of mycotoxin and inactivation of fungi by ultrasound. *Ultrason Sonochem*. 2021 Nov;79:105755.
 39. CASTORIA R, WRIGHT SA, DROBY S. Biological control of mycotoxigenic fungi in fruits. In: *Mycotoxins in fruits and vegetables*. Academic Press; 2008. p. 311–33.
 40. Lambrese Y, Sansone G, Sanz MI, Di Masi SN, Raba J, Calvente V. *Kosakonia radicinians* and *Cryptococcus laurentii* controlled *Penicillium expansum* rot and decreased patulin production at 4 and 25 °C. *Food Microbiol*. 2021 Dec;100:103863.
 41. Magistà D, Cozzi G, Gambacorta L, Logrieco AF, Solfrizzo M, Perrone G. Studies on the efficacy of electrolysed oxidising water to control *Aspergillus carbonarius* and ochratoxin A contamination on grape. *Int J Food Microbiol*. 2021 Jan;338:108996.
 42. Kalagatur NK, Kamasani JR, Mudili V. Assessment of Detoxification Efficacy of Irradiation on Zearalenone Mycotoxin in Various Fruit Juices by Response Surface Methodology and Elucidation of Its in-vitro Toxicity. *Front Microbiol*. 2018 Nov;9(NOV):2937.

43. Lai W, Cai R, Yang K, Yue T, Gao Z, Yuan Y, et al. Detoxification of patulin by *Lactobacillus pentosus* DSM 20314 during apple juice fermentation. *Food Control*. 2022 Jan;131:108446.
44. Xing M, Chen Y, Li B, Tian S. Characterization of a short-chain dehydrogenase/reductase and its function in patulin biodegradation in apple juice. *Food Chem*. 2021 Jun;348:129046.
45. Neelab, Asi MR, Kali S, Riaz MA, Waseem A, Iqbal MM, et al. Comparative efficacy of mitigation techniques for the detoxification of *Prunus persica* (L.) from selected pesticide residues. *Environ Sci Pollut Res*. 2020;27(32):39786–94.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-42>

Capítulo 42

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO PROXIMAL DE DIVERSOS ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL E ANIMAL

Andressa Soligo¹; Andréia Dalla Rosa²; Maria Manuela Camino Feltes³; Giniani Carla Dors⁴

¹Engenheira de Alimentos formada - IFC - Campus Concórdia. E-mail: andressasoligo@gmail.com;

²Técnica do Laboratório Área Química – IFC- Campus Concórdia. E-mail: andreia.rosa@ifc.edu.br;

³Docente/pesquisadora do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – CAL – CCA – UFSC. E-mail:

manuela.feltes@ufsc.br; ⁴Docente/pesquisadora do Depto de Ciência e Tecnologia Agroindustrial – DCTA – UFPEL. E-mail: dorsgi@yahoo.com.br.

Resumo: A determinação da composição proximal é fundamental para permitir a caracterização de alimentos, a otimização de processos tecnológicos, a elaboração de tabelas nutricionais e rotulagem nutricional de alimentos, além de auxiliar no controle de qualidade de produtos alimentícios. O objetivo deste trabalho foi avaliar amostras de alimentos de origem animal e vegetal, adquiridas no comércio local ou produzidas e processadas na região oeste do Estado de Santa Catarina, comparando com as informações contidas na TACO e TBCA. As análises para determinação de umidade, cinzas, lipídios e proteína foram feitas com base nos métodos oficiais do Instituto Adolfo Lutz e o teor de carboidrato foi obtido por diferença. Dentre os resultados obtidos para as diferentes fontes avaliadas muitas apresentaram grande variabilidade nos parâmetros estudados em comparação com as tabelas, possivelmente pela influência de fatores como processo tecnológico adotado, raça, manejo, entre outros.

Palavras-chave: análise de alimentos; bromatologia; produtos cárneos; produtos vegetais; cereais e derivados.

INTRODUÇÃO

O conceito de alimentos tem várias definições, entretanto, qualquer que seja a conceituação adotada, é consenso que o alimento é uma mistura heterogênea e complexa de substâncias químicas. O conhecimento da composição química e das propriedades físicas dos alimentos é fundamental (1), pois permite caracterizar o alimento fornecendo diversas informações, como o seu valor nutricional, o atendimento a padrões de identidade e qualidade, bem os dados necessários para elaborar tabelas de composição e rotulagem nutricional de alimentos.

A composição proximal de um alimento é conhecida através da determinação dos teores de umidade, cinzas (resíduo mineral fixo), lipídios (extrato etéreo), proteínas, fibras e carboidratos, expressando, de forma geral, seu valor nutritivo, que corresponde à

proporção dos grupos homogêneos das substâncias presentes em 100 gramas do alimento considerado (2).

É importante ressaltar que os dados encontrados em tabelas de composição de alimentos normalmente referem-se a valores médios, obtidos a partir de um determinado número de amostras. Desta forma, variações são usuais, e podem ocorrer em função de safra, variedade e/ou cultivares, raças, fatores ambientais, tipos de produção, formulações, entre outros (3). No Brasil, temos duas tabelas que são consideradas referência para a busca de informações sobre a composição de alimentos, e que apresentam dados constantemente atualizados. Uma delas é a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO, gerada a partir dos dados de composição dos principais alimentos consumidos no Brasil utilizando plano de amostragem e análises interlaboratoriais (4). A outra é a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TBCA, que apresenta informações sobre o teor dos nutrientes presentes nos alimentos mais consumidos no Brasil, obtidos tanto através da análise direta de amostras em laboratórios, quanto pela compilação de informações de dados analíticos provenientes de publicações, dissertações, teses, dados internos de outros laboratórios, laudos analíticos disponibilizados por indústrias de alimentos e outras tabelas (5).

Este trabalho teve por objetivo avaliar amostras de diversos alimentos de origem animal e vegetal, comparando com informações contidas na TACO, TBCA e literatura científica.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de alimentos foram adquiridas no comércio de Concórdia - SC ou cedidos pelo Instituto Federal Catarinense - Câmpus Concórdia, sendo divididas nos seguintes grupos:

- carnes e derivados: linguicinha tipo Toscana com teor reduzido de gordura, peito de frango sem pele cru e linguica colonial;
- leite e derivados: queijo tipo minas padrão;
- ovos e derivados: ovo de galinha inteiro cozido por 10 min;
- pescado: filé de cação;
- cereais e derivados: farinha de milho amarela, farinha de trigo e farinha de trigo integral.

As amostras de todos os grupos, exceto cereais e derivados, foram trituradas em multiprocessador doméstico. Todas as amostras foram homogeneizadas, quarteadas manualmente e pesadas em balança analítica para obtenção da amostra laboratorial. Posteriormente, as amostras foram analisadas em triplicata de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (6):

- umidade (012/IV) através de secagem direta em estufa sob temperatura aproximada de 105 °C;
- cinzas (018/IV), utilizando queima inicial em bico de bunsen com posterior incineração em mufla a 550-570 °C;
- lipídios (032/IV), utilizando extração contínua com éter etílico em aparelho Soxhlet;
- proteínas (037/IV), utilizando o método de Kjeldahl para determinação do nitrogênio orgânico total em sistema de digestão ácida, com posterior destilação (destilador modelo LS 0361 da Logen Scientific) e conversão com fatores específicos para cada grupo de alimento de acordo com a tabela disponível em IAL (6).

Os carboidratos foram estimados por diferença, o teor total foi obtido subtraindo de 100 o somatório dos resultados de umidade, cinzas, proteínas e lipídios (7).

Os resultados das análises em triplicata para cada amostra foram expressos como média e desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a composição proximal de diferentes grupos de alimentos. No grupo das carnes e derivados, a Linguiça tipo Toscana apresentou valores próximos aos reportados nas tabelas consultadas (4,5). Os teores de umidade e lipídios ficaram dentro dos limites estabelecidos nos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ), valores máximos de 70% de umidade e 30% de gordura. Com relação aos teores de lipídios, a linguíça tipo Toscana elaborada no IFC - Campus Concórdia se adequa às tendências de consumo, pois a maioria dos consumidores tendem a optar por alimentos com teor reduzido deste nutriente. Essa tendência e dados semelhantes são reportados por outros autores (8,9). A proteína apresentou valor abaixo do teor mínimo para este produto, que é de 12% (10). É importante comentar que o resultado destas análises são provenientes de um projeto de implantação de Procedimentos Operacionais Padrão (POP) no Laboratório de Bromatologia do IFC - Campus Concórdia, e, na ocasião, para a análise de proteína desta amostra, foi utilizada a base úmida. Após a avaliação dos dados, para a aprovação do POP, o protocolo foi alterado para que as amostras fossem secas antes de submetê-las à análise.

Os parâmetros analisados para o peito de frango sem pele, cru e congelado, estão semelhantes aos apresentados nas tabelas usadas como referência (4,5). Na legislação brasileira (11), o teor de umidade de peito de frango sem pele varia de 73,36 a 75,84% e, para proteína, entre 21,05 e 24,37%. Assim, a amostra avaliada atende a especificação de umidade, mas não de proteína. O fenômeno conhecido como *Pale, Soft, Exsudative* (PSE) em aves ocorre devido à rápida glicólise após o abate, o que ocasiona a instalação acelerada do *rigor mortis*, causando a desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, provocando a diminuição nos teores protéicos (12), alteração que pode ter motivado os resultados encontrados. Outra justificativa descrita pelo mesmo autor pode ser a perda de proteínas solúveis em água na fase de pré-resfriamento, onde as carcaças ficam submersas pelo tempo de 50 min em uma solução clorada até atingirem a temperatura interna de 7 °C. Em um estudo realizado (13), os autores verificaram que aves abatidas aos 28 dias de idade apresentaram menores teores de proteína e lipídios, e proporcionaram maior umidade do que as aves abatidas aos 59 dias. Estas variações podem ser atribuídas a fatores como raça do animal, idade, sexo e manejo, entre outros (14).

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) (15), a Linguíça Colonial é o produto cárneo industrializado, elaborado exclusivamente a partir de carnes suínas, adicionado de toucinho, ingredientes, moído em granulometria variável, embutida em envoltório natural, curado, que passa por um processo rápido de fermentação, e é defumada e dessecada por tempo indicado no processo de fabricação. O RTIQ não possui referência para os teores de umidade e cinzas da linguíça colonial, mas estabelece mínimo de 18% para proteína, máximo de 30% de gordura e máximo de 1,5% de carboidratos totais. Os teores de umidade e cinzas foram semelhantes a outro estudo

(16). O teor de lipídios atendeu aos parâmetros estabelecidos pela RTIQ, mas o teor de proteína ficou com valores abaixo do requerido. Assim como a linguiça Tipo Toscana, a linguiça colonial também é produzida para atender as demandas internas do IFC - Câmpus Concórdia, onde a preferência por um produto mais macio e/ou fresco é mais aceita. Logo, o processo de dessecagem é feito com circulação natural de ar e há a tendência do teor de umidade ser mais elevado e, por consequência, os teores de proteína e lipídios são um pouco mais baixos.

De acordo com a IN 66/2020 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (17), o queijo minas padrão é o produto obtido por coagulação do leite pasteurizado, por meio de coalho, outras enzimas coagulantes apropriadas, ou com ambos, complementada pela ação de bactérias lácticas específicas. É um queijo maturado, de massa crua ou semi-cozida, dessorada, prensada e salgada, sendo classificado como um queijo semi-gordo a gordo e de média umidade. O teor de umidade do queijo minas padrão analisado foi, aproximadamente, 15% menor quando comparado com as tabelas de composição e com a atual legislação (17), onde a variação é de 36 a 45 g/100 g. Isto provavelmente ocorreu, pois a amostra era produzida no IFC - Câmpus Concórdia para consumo interno e, muitas vezes, devido à demanda, o tempo de maturação era de 10 a 12 dias em câmara fria (temperatura entre 10 e 12 °C), alcançando praticamente metade do indicado na legislação (17)(20 dias). Em consequência do menor teor de umidade, houve concentração da massa total dos sólidos da amostra, fazendo com que o teor de cinzas aumentasse. As cinzas no queijo são representadas pelas substâncias salinas e materiais minerais presentes no leite e/ou adicionados durante a fabricação do queijo (18,19). No processamento da amostra analisada foi adicionado 200 mL/1000 L de uma solução de cloreto de cálcio 40% e utilizada salmoura 20 °Be/ kg/ 16 a 18 h, em temperatura entre 10 e 12 °C. Posteriormente, os queijos eram levados para maturação e embalados, o que possivelmente também propiciou o aumento dos teores de cinzas. Com relação aos teores de proteínas e lipídios, os valores foram compatíveis com a TACO (4), sendo importante ressaltar que o leite utilizado para o processamento do queijo era integral e sem padronização, obtido de animais da raça Holandesa e Jersey com altos teores de gordura e proteína.

O ovo é um alimento de alto valor biológico. A sua composição é influenciada por diversos fatores que incluem a genética, idade, tamanho, alimentação e estado sanitário das aves, sendo que o fator que mais influencia a composição físico-química dos ovos é a nutrição da ave (20). A amostra de ovo do presente estudo foi adquirida no comércio local e a composição da amostra de ovo cozido atingiu teores semelhantes aos das tabelas de composição consultadas.

O teor de carboidratos da linguiça Toscana, linguiça Colonial, peito de frango, queijo e ovos diferiram dos valores tabelados devido à sua obtenção ter sido realizada por diferença, carregando, portanto, os “erros” e “desvios” das demais determinações.

A amostra de filé de cação analisada foi adquirida congelada no comércio local, e o teor de umidade observado foi maior do que os apresentados nas tabelas de composição. Este resultado pode ter ocorrido devido a esta condição, que também pode ter influenciado nos menores valores para os teores de cinzas e proteínas encontrados. Com relação ao teor de lipídios, a amostra apresentou valor, aproximadamente, 5 vezes maior

do que as tabelas. Mujica (21) comentou que vários fatores afetam a composição química do pescado, entre elas a espécie estudada, o estágio de desenvolvimento, as condições nutricionais e do ambiente. O autor citou dois estudos que avaliaram a composição de filé de cação, da mesma espécie, capturadas em regiões diferentes do Brasil, uma no Nordeste e outra na costa sul, sendo que a primeira apresentou teor de lipídios de 4,7% e a segunda, de 0,8%. De acordo com Fernandes e Garcia (20), os peixes com mais idade apresentam teor de gordura maior comparado aos peixes em desova, por exemplo.

No grupo dos cereais e derivados, o teor de umidade das amostras de farinha está dentro do valor permitido para farinhas de origem vegetal estipulado na RDC n. 263 de 22 de setembro de 2005 da ANVISA (22), a qual estipula um limite máximo de 15%. A maioria dos valores encontrados para a composição nutricional da farinha de milho amarela foi próxima aos dados reportados nas tabelas TACO (4) e TBCA (5). Os resultados aqui encontrados também são aproximados à maioria dos valores obtidos em estudo realizado por Boen et al (23) para amostras de farinha de milho flocada, que apresentaram 9,72% a 12,72% de umidade, 6,34% a 11,38% de proteína, 0,73% a 1,58% de lipídios, 0,27% a 0,64% de cinzas e 73,86% a 82,74% carboidratos. A farinha obtida de milho (*Zea mays*) pode apresentar variações conforme a variedade (amarela, branca e de milho para pipoca, por exemplo) ou a origem, conforme relatado na literatura (24). No presente estudo, por exemplo, os carboidratos, componentes majoritários deste produto, apresentaram teor médio de 74,9%, o qual foi superior ao reportado para amostras de farinha de milho amarela provenientes da Nigéria (62,38%, em média) (24).

Para a farinha de trigo integral, a composição proximal da amostra avaliada ficou semelhante à relatada na TBCA (5) para este tipo de derivado de cereal. Doblado-Maldonado et al (25) reportaram que o tipo de trigo utilizado para a obtenção da farinha integral, a moagem e as alterações deste produto durante o armazenamento, inclusive por ação enzimática, podem influenciar as características químicas e físicas do mesmo, interferindo em seu valor nutricional, dentre outras modificações que podem ser observadas. Prabhasankar e Rao (26) observaram que o método de moagem influenciou o teor e a composição das proteínas e dos lipídios de amostras de farinha de trigo integral de diferentes tipos (forte e fraco). Segundo os autores, as alterações na composição química foram promovidas, principalmente, pelo aquecimento gerado em alguns tipos de equipamento utilizados para a moagem da matéria-prima.

No caso da farinha de trigo, os resultados aqui encontrados ficaram, em sua maioria, próximos aos dados indicados na TBCA (5) e também aos valores obtidos por Boen et al (23), que reportaram uma variação de 11,05% a 13,23% de umidade, 9,92% a 10,86% de proteína, 1,17% a 1,49% de lipídios, 0,43% a 0,66% de cinzas e 74,39% a 76,29% carboidratos neste tipo de amostra. No presente estudo, as amostras apresentaram teores de proteínas e de lipídios inferiores e superiores, respectivamente, aos dados da literatura. Para as amostras avaliadas de farinha, as diferenças na composição proximal observadas em relação às tabelas e referências consultadas, devem-se, provavelmente, a diferentes condições de clima e tipos de solo durante o cultivo, variedade do grão, além de pequenas variações envolvidas na obtenção de cada um dos tipos de farinha (moagem e estocagem da matéria-prima, por exemplo), conforme relatado de forma geral para diferentes alimentos (14).

Tabela 1 – Composição proximal das amostras de alimentos de origem animal e vegetal.

Alimento	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Fibra alimentar (%)	Carboidratos (%)
Linguiça Tipo Toscana	66,2±0,15	3,8±0,0 3	10,3±0,62	15,9±0,4 0	*	3,8
TACO (4)	62,5	3,2	16,1	17,6	NA	0,0
TBCA (5)	60,0	3,0	12,0	24,0	NA	1,0
Peito de frango cru e sem pele	74,3±0,32	2,2±0,0 3	16,5±0,56	3,9±0,27	*	3,1
TACO (4)	74,8	1,0	21,5	3,0	NA	0,0
TBCA (5)	74,8	1,0	21,1	2,3	0,0	0,0
Linguiça Colonial Defumada	54,3±0,35	5,1±0,0 3	16,8±0,67	18,3±0,8 5	*	5,5
TACO (4)**	-	-	-	-	-	-
TBCA (5)	51,1	4,18	20,9	22,9	NA	0,86
Queijo tipo Minas Padrão	32,1±0,09	5,4±0,0 1	21,2±0,10	29,7±2,5 9	*	11,6
TACO (4)	47,1	3,5	21,2	24,6	NA	3,6
TBCA (5)	46,7	4,2	18,8	27,9	0,0	2,4
Ovo de galinha inteiro cozido	75,0±0,02	0,9±0,0 3	10,9±0,10	9,8±0,49	*	3,4
TACO (4)	75,8	0,8	13,3	9,5	NA	0,6
TBCA (5)	78,7	0,8	10,4	8,7	0,0	1,4
Filé de cação	83,7±0,34	0,4±0,0 1	12,1±1,43	3,5±0,31	*	0,5
TACO (4)	81,4	1,2	17,9	0,80	NA	0,0
TBCA (5)	79,1	1,0	17,3	0,67	0,0	1,87
Farinha de milho amarela	14,4±2,72	0,8±0,2 0	5,4±0,10	2,9±0,31	*	74,9
TACO (4)	11,8	0,5	7,2	1,5	5,5	79,1
TBCA (5)	11,7	0,6	6,7	2,1	4,6	78,9
Farinha de trigo integral	14,2±0,15	1,1±0,0 2	8,1±0,73	3,1±0,44	*	71,4
TACO (4)**	-	-	-	-	-	-
TBCA (5)	15,4	1,7	11,6	1,3	12,8	70,0
Farinha de trigo	13,8±0,36	0,6±0,0 3	6,3±0,38	4,7±0,50	*	74,6
TACO (4)	13,0	0,8	9,8	1,4	2,3	75,1
TBCA (5)	11,8	0,6	10,7	1,4	2,6	75,5

¹ Os carboidratos foram obtidos por diferença em relação aos teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídios.

* Análise não realizada (NA) ou valor não encontrado devido à característica do alimento avaliado. Média

± Desvio Padrão (n = 3). **Valores indisponíveis.

CONCLUSÕES

Foi possível verificar, nesta avaliação físico-química de diferentes amostras de alimentos de origem animal e vegetal, que existe variabilidade nos resultados dos parâmetros obtidos com relação às diferentes fontes bibliográficas consultadas, possivelmente pela influência de fatores como processo tecnológico adotado, raça, manejo animal, espécie vegetal, condições de cultivo, entre outros. Estas informações são relevantes para nortear, por exemplo, a formulação de produtos, a elaboração de regulamentos que disponham sobre padrões de identidade e qualidade de alimentos, ou rotulagem nutricional e legislação correlata.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFC – Câmpus Concórdia pelas bolsas de iniciação científica e pelas amostras cedidas pelo setor de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Campus.

REFERÊNCIAS

1. Picó Y. Análise química de alimentos – tradução Edson Furmankiewicz. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2015.
2. Moreto E, Fett R, Gonzaga LV, Kuskoski EM. Introdução à ciência de alimentos. Editora da UFSC; 2002
3. Menezes EW, Giuntini EB, Lajolo FM. A questão da variabilidade e qualidade de dados de composição de alimentos. *Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr.* 2003. 26:63-76.
4. TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos 4ª edição revisada e ampliada. Campinas, 2011. Disponível em <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada>. Acessado em 28/01/2015;
5. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo, 2020. [Acesso em: 30.06.2021]. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>.
6. Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4. ed. São Paulo: 1ª edição digital; 2008.
7. Silva CO, Tassi EMM, Pascoal GB. Ciência dos Alimentos – Princípios de Bromatologia. 2016. 1.
8. Galvan AP, Rosa G, Back CKJ, Lima DP, Corso MP. Aceitação Sensorial de Linguiça Tipo Toscana com Teor Reduzido de Gordura e Adição de Pectina e Inulina. *Revista Ciências Exatas e Naturais.* 2011; 13:383-398.

9. Ferreira ACB, Fonseca LM, Santos WLM. Composição centesimal e aceitação de lingüiça elaborada com reduzido teor de gordura e adicionada de concentrados protéicos de soro de leite. *Ciência Rural*. 2009; 39, 1:209-214.
10. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Lingüiça. Instrução Normativa nº 4, de 31 de Março de 2000.
11. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 32, de vinte e seis de julho de 2010, que estabelece os parâmetros para avaliação do Teor Total de Água Contida nos Cortes de Frangos, resfriados e congelados, 2010.
12. Ribeiro KP, Freitas CAUQ, Paião FG, Sturion L, Coró FAG, Pedrão MR. Análise da Relação umidade/proteína em filés PSE de frangos em conformidade com a Instrução Normativa 32/2010. *Revista Nacional de Carne*. 2015, 459:76-84.
13. Twining PV, Thomas OP, Bossard, EH. The effect of diet and type of bird on the carcass composition of broiler at 28, 49 and 59 days of age. *Poultry Science*. 1978;57, 2:492-497.
14. Cecchi MH. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2. ed. Campinas: Editora UNICAMP, 2003.
15. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 22 de 31 de julho de 2000. Diário Oficial da União, Brasília 03 de agosto de 2000.
16. Sipp MD, Marchi JF, Tonial IB. Características químicas, físico-químicas e qualidade microbiológica de lingüiça colonial produzida e comercializada na microrregião do município de Itapejara d'Oeste/PR. Rebrapa. *Brazilian Journal of Food Research*. 2017; v. 8, (n. 1): p. 142-155.
17. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 66, de 21 de julho de 2020.
18. Pereira DB, Silva PHF, Costa Júnior LCG, Oliveira LL. Físico química do leite e derivados: métodos analíticos. 2ª ed. Juiz de Fora: Epamig, 2001. 234 p
19. Gomes FD, Gomes AA, Pimentel TC, Klososki1 SJ. Avaliação da composição química em queijo parmesão comercializado em Paranavaí - Paraná. *Inst. Laticínios Cândido Tostes*. 2015; 70,4: 185-191.
20. Fernandes MS, Garcia RKA (orgs.). Princípios e inovações em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Rio de Janeiro: Editora AMCGuedes, 2015.

21. Mujica PYC. Vida útil do cação (*Prionace glauca*) armazenado sob refrigeração e otimização dos métodos microbiológicos e otimização dos métodos microbiológicos e sensoriais de avaliação da qualidade [tese]. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2000.
22. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC ANVISA/MS nº. 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2005.
23. Boen TR, Soeiro BT, Pereira Filho ER, Lima-Pallone JA. Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho enriquecidas. Rev Bras Cien Farm. 2007; 43,4: 589-596.
24. Oladapo AS, Adepeju AB, Akinyele AA, Adepeju DM. The Proximate, Functional and Anti-Nutritional Properties of Three Selected Varieties of Maize (Yellow, White and Pop Corn) Flour. Int J Sci Eng Technol. 2017; 1, 2: 23-26.
25. Doblado-Maldonado AF, Pike OA, Sweley JC, Rose DJ. Key issues and challenges in whole wheat flour milling and storage. J Cereal Sci. 2012; 56: 119-126.
26. Prabhasankar P, Rao PH. Effect of different milling methods on chemical composition of whole wheat flour. Eur Food Res Technol. 2001; 213: 465-469.



<https://doi.org/10.53934/9786599539657-43>

Capítulo 43

FARINHA D'ÁGUA RIQUEZA DO BRASIL

Luccas de Jesus Pereira dos Santos¹;

¹Estudante do Mestrado em de Ciência dos Alimentos- PGALI – UFBA; E-mail: dejesusluccas@gmail.com.

Resumo:

A farinha de mandioca é o produto obtido a partir das raízes do gênero *Manihot*, submetidas a processo tecnológico adequado de fabricação e beneficiamento. Na região Norte e Nordeste faz parte da alimentação diária da população. No Maranhão, a farinha se destaca como importante produto da agricultura familiar, onde um número expressivo de famílias do meio rural vive da produção e do processamento da farinha. No Belém tem grande importância cultural. A farinha de mandiocas tem composição média de Umidade 8,6%, Cinzas 0,8%, Amido 86,7, Proteína 0,9%, Fibra 1,8, sendo uma importante fonte de carboidratos. A farinha d'água é muito utilizada com outros alimentos, como a juçara, açaí, peixe seco e camarão. Com isso o objetivo desse trabalho é divulgar a farinha d'água, alimento riquíssimo consumido na região norte e nordeste do país. Tendo como metodologia baseada na pesquisa bibliográfica em artigos, livros e textos que abordassem sobre a farinha de mandioca e suas características de produção, físico-químicas e suas peculiaridades.

Palavras-chave: Mandioca; farinha de “puba”; farinha d'água;

INTRODUÇÃO

No Brasil o arroz, feijão e a mandioca têm um grande destaque como alimentos de origem vegetal sendo os mais consumidos Brasil afora. A agricultura voltada pro processo produtivo da mandioca tem como característica, ser uma das mais importantes cultivar do agronegócio brasileiro, tendo visão tanto do ponto de vista sociológico, quanto econômico (1)

A raiz da mandioca tem composição média de 65% de água, 25% amido, 3% proteína, 2% celulose e 5% de outros nutrientes (2). Sendo uma importante fonte de carboidratos, que pode auxiliar na alimentação da população de baixo poder aquisitivo. Vale ressaltar a sua utilização tanto como alimento para o homem e também como alimentação animal.

A mandioca é um produto muito versátil pois ela pode ser usada de diversas formas, como o processamento da raiz para a produção de cervejas, chips, tiquira, amido,

fécua, farinha dentre outros, até a utilização das cascas servem como ingrediente para criação de ração para animais. A mandioca e seus derivados apresentam inúmeras aplicações notadamente na indústria de alimentos, sendo matéria-prima para o preparo de vários produtos com alto valor agregado (1,3)

A farinha de mandioca é um dos principais produtos obtidos a partir da mandioca, tendo seu uso difundido em todo o país, fazendo parte da refeição diária da maioria dos brasileiros, especialmente das regiões norte e nordeste (1,4). Diante do exposto o objetivo desse trabalho é divulgar a farinha d'água, alimento riquíssimo consumido na região norte e nordeste do país. Tendo como metodologia baseada na pesquisa bibliográfica em artigos, livros e textos que abordassem sobre o tema.

METODOLOGIA

O presente trabalho está baseado em uma pesquisa bibliográfica realizada em livros, revistas, teses, dissertações e artigos publicados em revistas indexadas a respeito da farinha d'água. Para a revisão, foi utilizada repositórios de artigos publicados em revistas indexadas, em função do volume da base de dados e pelo uso intenso dessas bases na pesquisa acadêmica. As bases de dados utilizadas foram: SCIELO, portal periódicos da CAPES e google acadêmico. Critério de exclusão, os artigos com mais de 20 anos de publicação não foram utilizados, os que também não apresentassem o texto completo, e que não se adequassem ao tema abordado. Os descritores utilizados foram: farinha de mandioca, farinha d'água, farinha branca, farinha de puba, cassava, cassava flour.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Processo produtivo

Na metodologia (adaptada) da elaboração da farinha de mandioca do grupo d'água (também conhecida como “farinha de puba”), é feita a recepção da matéria-prima, depois as raízes de mandioca são lavadas e descascadas e depois submetidas a fermentação, por um período de 4 dias em tanques de fermentação de alvenaria ou caixa d'água de amianto em água parada em quantidade suficiente para completa imersão das mandiocas. Após o período de fermentação, as raízes apresentam aspectos amolecidos. Após isso as raízes são trituradas em processador de alimentos ou moinho artesanal, e prensadas em prensa hidráulicas para remoção da manipueira. Então a massa é esfarelada e passada na peneira. A massa então é encaminhada para a etapa de torração em tacho de cobre. Por fim ela é resfriada, peneirada, classificada, embalada e armazenada em local adequado (1,5,6).

Características Físico-químicas

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) a farinha d'água é definida como sendo o produto que é obtido de raízes da mandioca, sadias, devidamente limpas, maceradas (fermentadas), descascadas, trituradas, prensadas, desmembradas, peneiradas, secas a temperatura moderada, podendo novamente serem peneiradas ou não, sendo submetidas ao método tecnológico de fabricação e beneficiamento adequado. A Instrução Normativa nº 52, de 7 de novembro de 2011 do

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), estabelece o regulamento técnico da farinha de mandioca e define o padrão oficial de classificação desse produto considerando seus requisitos de identidade e qualidade (7).

Com relação as classes de farinha de mandioca ela é separada por grupos (Seca, D'água e Bijusada), classes (Fina, Média e Grossa) e tipos (I, II, III e único). Quanto aos grupos de farinha de mandioca, o Grupo Seca corresponde à elaboração de farinhas a partir de raízes sadias, limpas e secas em temperatura adequadas; o Grupo D'água a mandioca é submetida ao processo de fermentação, o que o deixa com características distintas; e no Grupo Bijusada tem a predominância de flocos irregulares (7). Na Tabela 1 estão apresentados os parâmetros físico-químicos estabelecidos pela legislação.

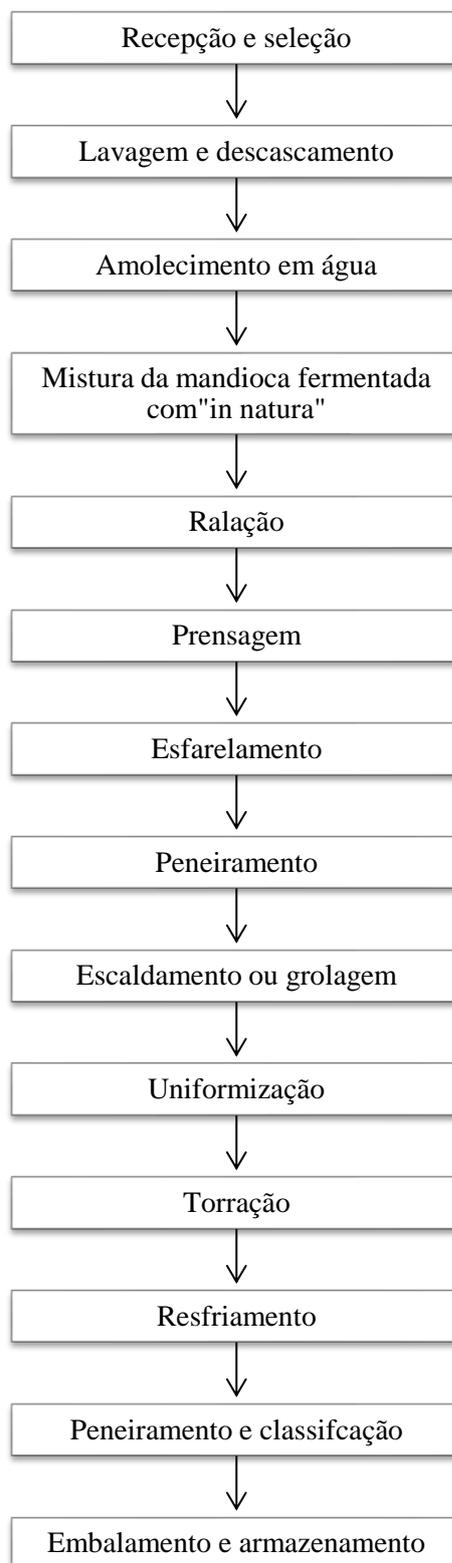


Figura 4 – Fluxograma do processo produtivo
Fonte: (1,5,6)

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos de acordo com a legislação

Variáveis	Fina/Média/Grossa		
	1	2	3
Amido (%)	≥86,0	≥82,0 <86,0	≥80,00 <82,00
Cinzas (%)	≤1,4	≤1,4	≤1,4
umidade (%)	≤13	≤13	≤13
Fibra Bruta (g/100g)	≤2,3	≤2,3	≤2,3

Fonte: (7)

O que diferencia a farinha d'água das outras farinhas como a farinha seca, consiste que no processo produtivo de elaboração da farinha d'água ela passar por um processo fermentativo de fabricação, onde as mandiocas são imersas em água e deixadas para fermentar. O que vai ajuda nas propriedades sensoriais do produto, obtendo-se características específicas de sabor, textura e aroma. Na tabela 2 é apresentado o perfil nutricional da Farinha d'água.

Tabela 2 – Perfil nutricional da Farinha d'água de diferentes regiões

Local	Umidade	Cinzas	Carboidratos (Amido)	Proteína	Fibra	pH	Acidez*	Autor
Maranhão	10,35	0,94	82,87	0,71	2,22	5,80	2,38	(4)
Maranhão	11,57	0,48	83,62	0,63	2,04	4,18	4,65	(4)
Pará	3,23	0,73	92,15	0,89	1,95	4,16	6,54	(4)
Acre	3,54	1,05	93,81	0,99	1,92	4,26	5,27	(8)
Amazônia	11,22	0,72	90,48	-	1,45	-	2,85	(9)
Pará	10,65	0,78	89,2	-	1,36	-	2,55	(9)
Acre	9,96	1,11	93,41	1,23	1,95	4,69	2,48	(10)
Pará	8,28	0,75	68,32	1,10	-	-	0,45	(11)
Média	8,6	0,8	86,7	0,9	1,8	4,6	3,4	

* mL NaOH N/100 g amostra. – Não foi determinado no trabalho essa análise.

Fonte: autor adaptado.

De acordo com a Instrução Normativa n° 52 os teores de umidade para farinhas não podem ser superiores a 13%, pois valores acima deste podem propiciar o desenvolvimento de microrganismos. Todas as amostras estão de acordo com a legislação. Os valores obtidos variaram entre 3,23 a 11,57%.

A determinação de cinzas é de grande importância, por que através dela é possível investigar possíveis adulterações em farinhas, como a adição de areia ou com lavagem e descascamento inadequado para maior peso final do produto(9). De acordo com a Instrução normativa n°52 os valores de cinzas não podem ser superiores a 1,4%. Os trabalhos investigados estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

O pH é essencial para verificar os diferentes tipos de micro-organismos que possam se desenvolver no alimento, com isso os alimentos são classificados em função do pH, Alimentos pouco ácidos: apresentam pH acima de 4,5; Alimentos ácidos: possuem pH entre 4,0 e 4,5, e Alimentos muito ácidos: apresentam pH abaixo 4,0. (11) . As amostras variaram de 4,16 a 5,80, esse valor de pH muito baixo pode estar associado ao processo fermentativo.(13)

O teor de proteína, assim como o do pH não tem limites estabelecidos na legislação. Os valores de proteína variaram de 0,63 a 1,23%. O teor de proteína está associado com características intrínsecas das raízes de mandioca.

E por fim, dentre os dados obtidos, a acidez se destaca como uma das análises mais importantes, estando diretamente relacionada com o processo de fabricação da farinha, como exemplo, o tempo de fermentação ou tempo de prensagem da massa de mandioca (14). Para as farinhas do grupo D'água é considerada acidez baixa a farinha de mandioca que apresentar valores até 5,0 meq NaOH (0,1N) /100g, ou alta para valores acima de 5,0 meq NaOH (0,1N) /100g (7). Os valores variaram de 0,45 a 6,54. Estando tanto na faixa de baixa acidez, como também na de alta acidez.

Formas de utilização

Na região Norte e Nordeste do Brasil as farinhas amarelas tem grande predominância, e a coloração amarela pode ser de origem natural devido a alta quantidade de β -caroteno em algumas mandiocas; ou obtida pela utilização da especiaria *Curcuma longa L* (Açafrão da terra); ou irregularmente com corantes químicos naturais ou sintéticos e que não são permitidos pela legislação (15).

No Maranhão a farinha d'água é utilizada no cotidiano do consumidor. Adicionada nas refeições, no café, na juçara, no suco do buriti, servindo como acompanhamento de peixes, camarões e etc (16). Fazendo parte da cultura local e sendo uma importante fonte de carboidratos para população. Assim participando como um alimento fundamental da alimentação do Maranhense. Em pesquisa feita no Belém do Pará 73% dos entrevistados disseram que comiam farinha na refeição, e 27% que comem farinha com açaí (17).

CONCLUSÕES

A farinha d'água tem seu uso muito difundido Brasil afora, principalmente com destaque para a região Norte e Nordeste do país, seu uso é feito das mais diversas formas, tanto adicionado nas refeições “in natura” quanto juntamente com outros alimentos, possui um rico potencial nutricional, com predominância de carboidratos (amido) ajudando na alimentação de diversas famílias. Essa revisão mostrou as características da farinha d'água e sua riqueza e peculiaridades ao longo do processo produtivo e cultural. Mostrando não ser apenas uma farinha comum, mas uma farinha com perfil tecnológico específico, diferente das outras farinhas do Brasil.

REFERÊNCIAS

1. Bonfim DL, Dias VLN, Kurozawa LE. Perfil Higiênico-Sanitário Das Unidades De Processamento Da Farinha De Mandioca Em Municípios Da Microrregião De Imperatriz, Ma. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. 2013;15(4):413–23.
2. SEBRAE. Mandiocultura: Derivados da mandioca. Salvador: Sebrae; 2009.

3. FAO. Produzir mais com menos - Mandioca: um guia para a intensificação sustentável da produção. Organização das Nações Unidas para alimentação e agricultura; 2013. 1–142.
4. Dias LT, Leonel M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. *Ciênc agrotec*, Lavras. 2006 Jul;30(4):692–700.
5. Chisté RC, Cohen K de O. Influência da fermentação na qualidade da farinha de mandioca do grupo d'água. *Acta Amazonica*. 2011;41(2):279–84.
6. Bezerra VS. Farinhas de mandioca seca e mista. 1st ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2006. 1–44.
7. Brasil. Instrução Normativa Nº 52, DE 7 de novembro de 2011. In: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2011. p. 18–20.
8. Álvares V de S, Souza JML, Maciel VT, Athayde NB, Filho DMC, Nóbrega M de S. Influência do número de peneirações na caracterização da farinha de mandioca artesanal. *Foz do Iguaçu*; 2015.
9. Costa L de O, Barros L, Silva MM. Avaliação físico-química da farinha de mandioca produzida em diferentes estados do país. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 2014;1–7.
10. Álvares V de S, Miqueloni DP, Negreiros JR da S. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca do Território da Cidadania do Vale do Juruá, Acre. *Revista Ceres*. 2016 Mar;63(2):113–21.
11. Chisté RC, Cardoso JM, da Silva DA, da Pena RS. Comportamento higroscópico das farinhas de mandioca tipos seca e d'água. *Ciencia Rural*. 2015 Jul 31;45(8):1515–21.
12. Hoffmann FL. Fatores limitantes à proliferação de microorganismos em alimentos. Vol. 9, BRASIL ALIMENTOS. São José do Rio Preto; 2001 Jul.
13. Eriksson E, Koch K, Tortoe C. Flour from three local varieties of Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz): Physico-chemical properties, bread making quality and sensory evaluation: A Minor Field Study in Ghana. [Swedish]; 2013.
14. Souza JML de, Álvares V de S, Leite FMN, Reis FS, Felisberto FÁV. Caracterização físico-química de farinhas oriundas de variedades de mandioca utilizadas no vale do Juruá. *Acta Amazônica*. 2008;761–6.
15. Oliveira ADL, Matos MFR de, Álvares VDS, Abreu LF, Teshima E, Souza JML de. Farinha de mandioca: coloração e legislação. *Embrapa Mandioca e Fruticultura*. 2021;1–28.
16. Botão M. O que todo maranhense RAIZ come com farinha d'água. [Internet]. O imparcial. 2018 Sep [cited 2021 Oct 14]. Available from: <https://oimparcial.com.br/gastronomia/2018/10/coisas-que-todo-mundo-comeu-com-farinha/4/#the-post>
17. Silva LLF da, Silva LCA da, Junior JP de A, Bronze AB da S. Tipificação da farinha de mandioca e sua demanda pelos consumidores da região metropolitana de Belém. In: III Congresso Internacional das Ciências Agrárias. *International Journal Education and Teaching*; 2019.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-44>

Capítulo 44

A IMPORTÂNCIA DA ATMOSFERA DE GÁS CARBÔNICO E DO MATERIAL DE EMBALAGEM NO PROLONGAMENTO DA ESTABILIDADE DO CAFÉ TORRADO MOÍDO E EM GRÃOS

Anna Luiza Santana Neves¹; Gabriell Moura da Rocha Bastos ²; Samarone Xavier Silva³

¹Estudante do Curso de Alimentos e Nutrição-FEA-UNICAMP; E-mail: annaluiza.neves@hotmail.com, ²

Estudante de Ciência e Tecnologia de Alimentos-PGCTA-UFRPE; E-mail: gabriellmrb@gmail.com, ³

Estudante do Curso de Ciências dos Alimentos- FEA- UNICAMP; E-mail:
samarony_xavier@hotmail.com

Resumo

Devido ao aumento da demanda de exportação dos cafés especiais em detrimento dos cafés *commodities*, aumentou-se a preocupação com o tipo de embalagem utilizado para esse produto, que é mais sensível. O valor comercial dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) está diretamente ligado à sua qualidade e às perdas sensoriais estão associadas ao armazenamento indevido do produto. Novas tecnologias de embalagem vem sendo desenvolvidas permitindo a regulação de aspectos que podem desempenhar um papel na determinação da vida útil de alimentos embalados, entre elas o uso do CO₂. A partir disso, o objetivo do trabalho foi sintetizar e discutir as informações e principais tópicos publicados por estudos originais e artigos de revisão nos últimos 10 anos sobre dióxido de carbono aplicado a cafés torrados moídos e em grãos, traçando um panorama atual e previsões futuras de estudos e usos deste gás. Existem novidades sobre o uso de dióxido de carbono na indústria como também existem lacunas que devem ser preenchidas por estudos posteriores sobre o uso do CO₂.

INTRODUÇÃO

Mudanças de hábito e o aumento do consumismo nas últimas décadas levaram ao aumento na produção de embalagens através de inovações tecnológicas (1). As embalagens têm como principal função conter, manter e conservar alimentos por intermédio do maior isolamento do produto com o meio externo (2).

Hoje as embalagens somam novas funções. Recentemente fomos contemplados com a chegada ao mercado da utilização de embalagens ativas, embalagens que interagem com o produto, e das embalagens inteligentes que além de interagir com o produto comunicam com o consumidor (3).

Embalagem de atmosfera modificada (MAP) são usadas como um método para aumentar a vida útil do produto e podem ser passivas ou ativas. MAP passivo é caracterizado por produzir efeitos derivados da taxa de respiração do produto e

permeabilidade do gás do filme da embalagem induzindo passivamente o estabelecimento de um estado estacionário após um longo período transitório. Com MAP ativo, lavagem de gás inicial ou a introdução de um sistema de eliminação de gás dentro, a embalagem é usada para acelerar a modificação da composição do gás para evitar a exposição do produto a altas concentrações de gases inadequados (4).

A técnica de embalagem ativa permite a regulação de vários aspectos que podem desempenhar um papel na determinação da vida útil de alimentos embalados. Outros desenvolvimentos em tecnologias de embalagem incluem absorvedores de dióxido de carbono. Este trabalho reúne uma série de informações sobre o uso de CO₂ em embalagens e sua aplicação em embalagens de café.

O valor comercial dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) está diretamente ligado à sua qualidade. A composição química do grão, determinada por fatores genéticos, culturais e ambientais; os processos pós-colheita; a torração, moagem e o preparo da bebida são variáveis que interferem na qualidade e conseqüentemente no valor comercial do café (5)

As perdas de qualidade observadas nos cafés especiais, durante o armazenamento são mais acentuadas quando comparadas às perdas observadas em cafés commodities. No caso dos cafés especiais, dependendo da intensidade das alterações típicas do armazenamento, o café deixa de ser classificado como especial pela redução da complexidade de sabor, aroma e outros atributos sensoriais, apresentando notas sensoriais descritas pelos degustadores como papel, papelão, palha ou “safra passada” (6).

O café processado contém uma maior quantidade de compostos voláteis do que qualquer outro alimento ou bebida, aproximadamente mil compostos voláteis já foram identificados nesse produto (7). Para que a qualidade do café seja mantida, deve-se dar atenção devida às condições de armazenamento e os principais fatores que podem levar à perda de qualidade durante esta fase são flutuações de temperatura, umidade relativa e exposição à luz. Logo, a escolha da embalagem deve ser adequada para prevenir tais mudanças (8).

Com o aumento da produção de cafés especiais, aumenta-se também a preocupação em se manter a qualidade do produto por longos períodos. Com isso, embalagens de alta barreira a gases e vapor de água tem sido cada vez mais utilizadas por exportadores, produtores, consumidores e outros agentes da cadeia de cafés especiais (9).

A complexidade da bebida é determinada principalmente pelo aroma e sabor formados durante a torrefação a partir de compostos químicos presentes no grão in natura, considerados precursores da qualidade. A formação e a presença desses precursores dependem de fatores genéticos, ambientais e tecnológicos (10). Tendo em vista que durante o processo de torra do café é necessário garantir o controle estrito das variáveis de operação para obter uma qualidade alta do produto final, contando com a manutenção do sabor e aroma até o consumidor final, deve-se pois evitar qualquer dispersão dos elementos voláteis que os caracterizam (11).

De acordo com (12) Robertson (2009) os eventos físicos e químicos mais importantes envolvidos no processo de envelhecimento do café torrado durante o armazenamento são os seguintes: Liberação volátil; Liberação de dióxido de carbono; Migração de óleo de superfície; Reações de oxidação.

O gás carbônico é gerado pelas reações da pirólise e degradação de Strecker que ocorrem durante a torrefação. Quanto maior for o grau de torra, maior o volume do CO₂ gerado. Concomitantemente, também é formada uma vasta gama de compostos aromáticos menores que, fornecem ao café sua fragrância característica (13).

O armazenamento é uma das etapas finais do processamento do café e pode ser feito de duas formas: a granel ou após beneficiamento. O armazenamento do café a granel ocorre logo após a secagem e antes do beneficiamento em tulhas e é essencial para que os grãos descansem, necessário para conservar adequadamente os grãos, uniformizar a secagem e a cor (14).

Sacos de juta são as principais embalagens usadas no armazenamento de grão de café; no entanto, não fornecem barreiras contra trocas gasosas, o que torna seu uso potencialmente impossível para cafés especiais por longos períodos (8).

De acordo com (15) Alves *et al.*, 2003 para café torrado e moído existem quatro sistemas de acondicionamento que são: Em atmosfera normal; Pela redução do teor do oxigênio utilizando vácuo; Pela redução do teor de oxigênio através da substituição do ar atmosférico do espaço-livre por nitrogênio; Pela redução do teor de oxigênio através do uso de absorvedores de oxigênio

A redução na qualidade do café é detectada, principalmente, pela análise sensorial. No mercado de café, são comumente utilizadas as designações "safra passada", para indicar que o café possui sabor e aroma de café velho ou "safra atual", para cafés frescos e que não possuem estas características. Os principais aromas e sabores descritos por degustadores, para classificar o café em "safra passada", são termos como madeira, papel, papelão, palha e juta. Contudo, mesmo grãos da safra atual, se armazenados em condições inadequadas, podem adquirir estes aromas e sabores. No entanto grãos armazenados por mais de uma safra, em condições ideais, podem possuir características sensoriais de "safra atual" (10).

O mercado de cafés especiais tem demandado por tecnologias, para preservar as características qualitativas dos grãos torrados por maior período de tempo, nesse contexto surgem novos estudos para tentar preencher essas lacunas.

PROCEDIMENTOS METADOLÓGICOS

A pesquisa conduzida para elaboração deste artigo é de caráter documental e qualitativo-descritiva. Para delimitar o estado da arte na indústria de alimentos e no setor de embalagens, realizou-se uma pesquisa documental indireta por meio de fontes bibliográficas e documentos.

DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de uma revisão descritiva e integrativa da literatura. Neste estudo, foram descritas informações contidas em estudos originais e de revisão, publicados no período de 2011 até 2021, sobre os estudos realizados com embalagens para café em grãos verde, torrado e moído, como forma comparativa.

FONTE DE DADOS

A busca foi realizada eletronicamente, utilizando as bases de dados Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Portal de Periódico da CAPES e Google Acadêmico.

DESCRITORES

Os descritores utilizados nas fontes de dados selecionadas foram: “coffee packaging”; “CO₂ packaging”; “active packaging”; “roasted and ground coffee packaging”

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram incluídos os artigos disponíveis gratuitamente na íntegra (open access), com data de publicação entre maio de 2011 e novembro de 2021 9, e escritos nos idiomas português, espanhol ou inglês. Foram excluídos os artigos com apenas o resumo disponível, estudos que não se referissem ao tema de interesse, ou que não descrevessem casos/estudo em café.

PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Foi então realizada a pesquisa de dados e a leitura cuidadosa dos títulos e resumos dos artigos recuperados pela estratégia de busca, respeitados os devidos critérios de inclusão e exclusão. Esta foi a pré-seleção de artigos. Então, os trabalhos pré-selecionados passaram por avaliação mais rigorosa, na qual não só os títulos e resumos foram lidos e examinados, mas todo o artigo. Após esta análise, mais artigos foram considerados inadequados, de forma que apenas os artigos restantes foram incluídos no estudo. Os dados obtidos dos artigos selecionados foram utilizados para a construção dos resultados e discussões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O total de artigos encontrados nas buscas em todas as bases excedeu 1000 documentos. A etapa de pré-seleção identificou 23 trabalhos possivelmente relevantes dentro dos critérios de inclusão e fora dos critérios de exclusão. Destes trabalhos, 8 foram excluídos, 4 por apresentarem dados incompatíveis com o tema proposto, 4 porque se tornaram indisponíveis para acesso. Assim, 15 artigos (Tabela 1) foram incluídos no estudo. Um motivo que explica o grande número de artigos encontrados a partir da simples busca dos descritores é a falta da opção de pesquisar com filtros em algumas bases de dados.

Dentre os países cujas instituições de origem abrigam o primeiro autor das pesquisas no tema proposto, destacam-se o Brasil, com 11 artigos publicados acerca do tema. Esse fato pode ser justificado pelo fato do Brasil ocupar a primeira posição como agroexportador no mercado mundial desta commodity, levando os pesquisadores a se interessarem pelo desenvolvimento de embalagens que preservem a qualidade e as características organolépticas do produto por mais tempo. O continente asiático também se destacou com publicações em diversos países, como Índia, Coreia do Sul e Malásia. O continente africano não registrou artigos na área relatada, ou por causa da queda na exportação de café no país nos últimos anos. Com base em dados da OIC, é possível

verificar que a exportação de café do continente africano apresentou queda de 12,2% no ano de 2020 ou também pelo fato de historicamente o continente africano não se colocar no ranking dos maiores publicadores. O continente europeu tem como representante duas publicações de autores distintos da Itália, que é referência em tradição quando se fala em café. O país não produz muito o grão do *café*, mas o importa.

Tabela 1. Perfis de susceptibilidade expressos pelos artigos selecionados pela revisão

Autor	Ano	Local
BORÉM et al.	2013	Brasil
BORÉM et al.	2019	Brasil
BORÉM et al.	2019	Brasil
CANCIAM et al.	2013	Brasil
DUTTA et al.	2016	Índia
GHOLAMI et al.	2019	Índia
HARITH et al.,	2014	Malásia
LANDIM et al.	2016	Brasil
PULIGUNDLA et al.	2012	Coréia do Sul
RIBEIRO et al.	2011	Brasil
RIBEIRO et al.	2016	Brasil
SANTOS et al.	2012	Brasil
TRIPETCH, et al.	2019	Tailândia
SPANU, et al.	2016	Itália
OLMI	2015	Itália
SMRKE, et al	2018	Suíça

Uso de atmosfera modificada em embalagens

As técnicas para embalar alimentos evoluíram muito. Uma das técnicas mais presentes no mercado europeu é a embalagem em atmosfera modificada (MAP), que substitui a atmosfera natural que rodeia o alimento por outra mistura de gases de composição conhecida, selecionada para cada tipo de produto específico. Esta embalagem retarda a degradação e preserva as características de qualidade durante mais tempo. Os gases mais utilizados são o dióxido de carbono (CO₂), o oxigênio (O₂) e o nitrogênio (N₂), misturados em diferentes proporções para se obter o melhor resultado (16). Embalagens em atmosfera modificada podem se dividir ainda em ativas e passivas.

Os materiais de embalagem ativos são projetados para manter ou melhorar a condição da comida eliminando componentes indesejados do headspace do pacote e / ou do próprio alimento ou liberando componentes ativos para a comida ou seus arredores. Tais ações resultam em uma extensão da vida útil, segurança aprimorada e atributos sensoriais e a manutenção da qualidade do produto. Os principais dispositivos

desenvolvidos focam principalmente em retardado da oxidação e controlando a migração de umidade, crescimento microbiano, taxas de respiração, sabores e aromas voláteis (17)

No início, apenas nitrogênio e dióxido de carbono eram usados como únicos gases para processamento e embalagem de café e queijo, entre outros bens (17) Como desvantagem a utilização de embalagens com atmosfera modificada é bastante onerosa. Há custo adicional com embalagem, equipamentos e gases; a técnica não é universalmente efetiva e exige uma otimização; Existe necessidade de controle de temperatura durante o acondicionamento, distribuição, estocagem e venda e também controle de qualidade da matéria-prima e do acondicionamento do produto (18).

O CO₂ é considerado o principal elemento das embalagens com atmosfera modificada, por seus efeitos bacteriostáticos e fungicidas. Consegue inibir o crescimento de muitas bactérias responsáveis pela degradação do produto, aumentando o efeito inibidor com a concentração (16).

Uso de CO₂ em embalagens

O gás dióxido de carbono (CO₂) pode aparecer sozinho (100%) ou em diferentes combinações com outros gases, como nitrogênio (N₂) e oxigênio (O₂), é normalmente usado (como gás de descarga) para criar uma atmosfera protetora em torno dos alimentos dentro de uma embalagem com o objetivo de excluir ou minimizar o conteúdo de oxigênio atuante, a depender do alimento, da oxidação lipídica ou na deterioração aeróbica por microorganismos (19).

Quando a palavra embalagem é usada, as pessoas tendem a relacionar com segurança, vida útil, conveniência, aparência, custo de matérias-primas, custos de transporte, manuseio, direito, fabricação e equipamentos (20). Logo, devemos levar em consideração o custo para implementação desse tipo de embalagem para café. A MAP apenas é viável em mercados que possuam uma cadeia de frio bem implementada e controlada, e cujos consumidores estejam dispostos a pagar o preço de produtos de alto valor agregado (16).

O MAP com função de conservação com alta concentração de CO₂ é usado principalmente para alimentos que não respiram e armazenados a frio, que são passíveis de deterioração microbiana, que não é o caso do café. O café torrado e moído no Brasil é comercializado em sua maioria, em embalagens almofadas e em embalagens à vácuo. Considerando os custos de materiais de embalagem flexíveis e equipamentos utilizados para café torrado e moído verifica-se que o custo do sistema de acondicionamento à vácuo é muito superior ao do sistema almofada (15).

Quando pesquisa-se sobre o uso de dióxido de carbono em embalagens para café a maioria dos achados se refere a absorvedores de CO₂ e não a sua adição. A menção mais comum de adição de gás como meio de atmosfera modificada se faz ao nitrogênio ou ao conjunto de gases N₂, CO₂ e Argônio. Com relação a produtos, hoje de fato, a demanda de café embalado em cápsulas é cada vez maior, destacando a atenção na qualidade do produto. Para atender aos requisitos de qualidade do café, os produtores passaram a solicitar linhas de embalagem de café que possibilitem minimizar o O₂ residual dentro das cápsulas. Dentre as técnicas adotadas no MAP, uma das mais utilizadas é o “Gas flushing Modified Atmosphere Packaging”. A cápsula é fundida com um gás inerte antes

da fase de enchimento até a fase de selagem, para retirar o ar do lado interno da cápsula e conseqüentemente reduzir o O₂ residual na embalagem fechada. Os gases inertes normalmente utilizados para esses fins são N₂, CO₂, Argônio ou suas misturas (21).

Embalagens para café

Em particular, os materiais de embalagem para café precisam ter propriedades de alta barreira que possam manter o oxigênio e o vapor de água fora para preservar o frescor do produto no seu interior. Propriedade de barreira fraca do material de embalagem encurta a vida útil do produto embalado e, portanto, produtos como café não podem ser embalados em PET, por exemplo, que são conhecidos por terem propriedade de barreira fraca. A prática mais amplamente adotada tem usado folha de alumínio ou outro composto material laminado com poliéster e filme de polipropileno para aumentar propriedade de barreira do material de embalagem (22)

A presença de oxigênio na embalagem resulta em muitas mudanças adversas, por exemplo: autoxidação de gorduras (ranço); mudanças de sabor e aroma; oxidação de pigmentos, vitamina C, vitamina E, beta-caroteno e certos aminoácidos ácidos; bem como o desenvolvimento da microflora aeróbia (17).

As condições de armazenamento dos grãos de café verdes são muito importantes para a qualidade comercial do café. Isso inclui fatores como luz, umidade e temperatura no armazém e também o material de embalagem utilizado. Em um estudo publicado por em 201 , os autores (23) avaliaram os efeitos do tipo de material de embalagem, ou seja, sacola de polietileno de alta densidade (HDPE) e sacola de juta nos parâmetros de : umidade, cor, teor de fenólicos, teor de ácidos clorogênicos e atividade antioxidante do grão de café verde arábica durante 15 meses de armazenamento. Os resultados mostram que a sacola de HDPE pode preservar o teor de umidade, cor e ácido clorogênico em grãos de café verde (GCB) melhor do que uma sacola de juta durante o armazenamento. Nenhuma diferença significativa no conteúdo de fenólicos nos grãos de café verde foi observada durante 4 meses de armazenamento em ambos os tipos de embalagem. Durante os primeiros 10 meses de armazenamento, a atividade antioxidante do GCB armazenado em HDPE apresentou valores superiores aos do GCB armazenado em saco de juta. No entanto, após 1 ano de armazenamento, o conteúdo fenólico e a atividade antioxidante no GCB em um saco de juta foram maiores do que em um saco de HDPE. A flutuação do teor de umidade pode levar à condição de estresse do grão de café verde e contribuir para a formação de compostos bioativos.

Um trabalho publicado em 2014 (20) utilizou grãos inteiros torrados e testou quatro materiais de embalagem diferentes e quatro sistemas de cápsulas comerciais do mercado suíço foram investigados durante um período de até um ano de armazenamento. Essas medições revelaram alguns tipos de percepção. Primeiro uma ligação clara entre as propriedades de barreira do material de embalagem e a evolução dos índices de frescor selecionados. Os materiais de embalagem que contêm uma camada de alumínio oferecem melhor proteção. Em segundo lugar, as etapas de processamento antes da embalagem são refletidos nos valores absolutos dos índices de frescor. Terceiro, diferenças nos desvios padrão dos índices de frescor para sistemas de cápsulas de café de dose única são indicativos de diferenças na consistência entre os sistemas, sendo um atributo de qualidade importante das cápsulas.

Aplicação de CO₂ em embalagens para café

Estudos recentes (24) demonstraram a viabilidade do uso de big-bags herméticos com aplicação de CO₂ para preservação da qualidade física, química e sensorial do café.

(10) Borém *et al.*, publicaram um trabalho utilizando big-bags para conservação de grãos de café especial. Os big-bags, constituídos por duas camadas de polietileno de alta densidade e uma camada de PVC, foram construídos. Uma bolsa com essa estrutura é impermeável à água e gases, incluindo dióxido de carbono (CO₂), oxigênio (O₂) e nitrogênio (N₂). As bolsas foram equipadas com sistema interno de válvulas para injeção, distribuição, monitoramento e reposicionamento de CO₂. Um envoltório externo de náilon colocado sobre os big-bags herméticos os tornava resistentes ao estresse mecânico. Assim, os sacos foram protegidos tanto das influências atmosféricas quanto dos danos mecânicos. O CO₂ foi injetado no fundo dos big-bags deslocando progressivamente o ar intergranular até que o CO₂ atingisse o nível desejado de 60%.

Os grãos foram avaliados qualitativamente quanto à cor e aos atributos de qualidade da bebida, incluindo fragrância, doçura, acidez, sabor, corpo e gosto residual. Os grãos embalados em big-bags herméticos com injeção de CO₂ mantiveram a classificação de cafés especiais. A embalagem impermeável preservava a cor inicial dos grãos de café. O armazenamento do café em embalagem hermética preservou os aromas desejáveis do café (10).

(8) Borém *et al.*, ao analisar o uso de CO₂ em diferentes condições de embalagens para cafés especiais concluiu que dióxido de carbono pode ser passivamente concentrado da respiração do grão de café ou pode ser injetado. Concentrações de dióxido de carbono dentro dos pacotes acima dos valores normais do ar atmosférico (0,03%) indicam que a embalagem é impermeável as trocas de CO₂ com o meio ambiente. Maior concentração deste gás dentro das embalagens permite reduzir a frequência de respiração do grão, favorecendo assim uma melhor conservação da qualidade do café devido ao menor consumo de reservas de café e também evitando a formação de sabor estranho da degradação de macromoléculas. Como resultado do tipo de embalagem utilizado foi observado que o papel de alta barreira (HBP), pacotes antifog (AF) e vácuo (V) concentrou mais CO₂ do que o papel (P), baixa barreira (LB), e juta (J) em que o nível de CO₂ era constante e igual à condição normal do ar atmosférico.

Neste mesmo trabalho realizado por (8) Borém *et al.*, 10% de CO₂ foi injetado no início do armazenamento e observou-se uma diminuição inicial e posterior aumento nos níveis de concentração de CO₂ nos grãos ao longo dos meses de armazenamento. De acordo com (10) Borém *et al.*, a redução na concentração de CO₂ nos primeiros meses está relacionada a capacidade do café de absorver e reter essas moléculas de gás.

Válvulas desgaseificadoras

Válvula unidirecional, de uma via ou aromática é o nome dado a tecnologia que utiliza uma válvula responsável por manter o CO₂ e evitar o contato com o oxigênio nas embalagens de café. As válvulas desgaseificadoras são incorporadas durante o processo de envase dos grãos logo após a torrefação e auxiliam a conservação do aroma e sabor de cafés de maior qualidade e mais encorpados, como os grãos 100% arábica. A válvula é composta por um corpo, diretamente acoplado à embalagem, que suporta um disco de

borracha e um filtro. Suas funções são, respectivamente, fornecer uma vedação à prova de oxigênio e evitar que pequenas partículas obstruam a válvula unidirecional (25).

Um estudo realizado por (26) Smrke *et al.*, comparou a desgaseificação de grãos inteiros torrados e grãos torrados moídos a partir de uma situação que mimetizava uma embalagem com válvula desgaseificadora. As principais diferenças foram (i) na quantidade absoluta de gases liberados e (ii) a cinética de liberação. A pesquisa mostrou taxas de liberação muito mais rápidas para café moído em tempos mais curtos, mas menor quantidade geral desgaseificada, em comparação com a desgaseificação do grão inteiro. A quantidade total de gás liberado inicialmente aumentou com grau de torra, mas atingiu um platô em direção a graus de torrefação mais escuros. Este efeito foi provavelmente devido à maior porosidade causando um maior perda de CO₂ durante a moagem para uma torrefação mais escura e possivelmente maior afinidade de sorção dos grãos torrados e moídos escuros, o que permite que eles retenham mais CO₂ sem desorver durante o experimento de desgaseificação.

Atualmente, as embalagens estudadas já estão sendo comercializadas e utilizadas por produtores, exportadores e importadores de cafés especiais. Entretanto, apesar dos avanços na área, nenhum tipo de acondicionamento em uso tem capacidade de manter a qualidade inicial dos grãos. Mesmo em condições adequadas de armazenamento, ocorre perda da qualidade do café, ainda que em taxas mínimas (6).

CONCLUSÃO

Existem poucos trabalhos na literatura sobre uso de CO₂ na embalagem de cafés, isso acontece devido à falta de viabilidade econômica desse tipo de embalagem e o tipo de acondicionamento que não condiz com o acondicionamento do café. Existem muitos trabalhos sobre a retirada de CO₂ da embalagem de cafés, gás esse que é liberado durante o processo de torrefação. Uma nova tecnologia que tem se mostrado consolidada no mercado é o uso das válvulas degaseificadoras, principalmente para cafés de maior valor agregado, que é o caso dos grãos 100% arábica, preservando as características de aroma e sabor do produto. Ao longo desta revisão podemos observar que o Brasil além de ser líder em exportação de café também tem liderado nas pesquisas com embalagens desse mesmo produto, estamos nos encaminhando para nos tornarmos uma superpotência no setor cafeeiro. Novas pesquisas precisam continuar a ser realizadas em busca de preservar cada vez mais as características organolépticas de tanto valor comercial para o café brasileiro, principalmente com a descoberta de novos métodos de processamento que vem sendo difundidos ao longo da cadeia. Do campo a xícara, existem diversos fatores que afetam diretamente a qualidade da bebida do café e o objetivo é descobrir e desenvolver mecanismos que afetem minimamente essas variáveis.

REFERÊNCIAS

1. Landim APM, Bernardo CO, Martins IBA, Francisco MR, Santos MB, Melo NR. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. *Polímeros*. 2016; 26: 82-92.

2. César A da S, Mori C de, Batalha M. O. Inovações tecnológicas de embalagens nas indústrias de alimentos: estudo de caso da adoção de embalagem ativa em empresas de torrefação de café. *Revista Brasileira de Inovação*. 2010; 9: 355–378.
3. Mestriner, F. - Design de embalagem: curso básico. 2 ed. São Paulo: Pearson Makron Books; 2004
4. Gholami R, Ahmadi E, Ahmadi S. Investigating the effect of chitosan, nanopackaging, and modified atmosphere packaging on physical, chemical, and mechanical properties of button mushroom during storage. *Food Science & Nutrition*. 2019; 8:224–236.
5. Borém FM. Edição Especial Café - Armazenamento do café. Lavras: Ed. UFLA; 2008.
6. Andrade, F. T. Qualidade do café natural especial acondicionado em embalagens impermeáveis e armazenado no Brasil e no exterior. 2017. 108 p. [Tese] Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2017.
7. Holscher, W, Vitzthum OG, Steinhart H. Café Cacao Thé ,1990; 34: 205-215.
8. Borém FM, Andrade FT, Santos , CM, Alves, APC, Matias GC, Teixeira DE, Ossani PC, Cirillo MA. Quality of specialty natural coffee stored in different borém, f. m. et al. packages in brazil and abroad. *Coffee Science*. 2019; 14: 455 - 466
9. Carvalho JPF, Afonso FDEO, Abreu GF, Malta MR. Qualidade do café cereja descascado e natural acondicionado em diferentes embalagens durante o armazenamento. X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Vitória – ES. 2019
10. Borém FM, Ribeiro FC, Figueiredo LP, Giomo GS, Fortunato VA, Isquierdo EP. Evaluation of the sensory and color quality of coffee beans stored in hermetic packaging. *Journal of Stored Products Research*. 2013; 52: 1-6.
11. De monte M, Padoano E, Pozzetto D. Alternative coffee packaging: an analysis from a life cycle point of view. *Journal of Food Engineering*. 2005; 66: 405-411.
12. Robertson GL. Food packaging and shelf life : a practical guide. Boca Raton London New York: CRC Press; 2009.
13. Oliveira PAPLV, Alves RMV. Embalagem para café torrado. Uma alternativa para agregação de valor ao produto. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Boletim De Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens; 2004 (ITAL)
14. REIS PR, Cunha RL. - Lavras: U.R. *Café Arábica do plantio à colheita; 2010* (EPAMIG, 896 p.)
15. Alves RMV, Mori EE, Milanez CR, Padula M. Roasted and ground coffee in nitrogen gas flushing packages. *Food Sci. Technol*. 2003; 23: 22-27, 2003.
16. Santos JS. Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. *Braz. J. Food Technol*. 2012; 15: 1-14.
17. Kour H, Ahmad N, Wani T, Malik A, Kaul R, Chauhan H, Gupta P, Bhat A. Advances in food packaging – a review. *Stewart Postharvest Review*. 2013; 4: sn
18. Canciam CA. Aplicação das equações de estado em misturas de gases reais nas embalagens com atmosfera modificada. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*. 2013; 11:55-62.
19. Puligundla P, Jung J, Ko S. Carbon dioxide sensors for intelligent food packaging applications. *Food Control*. 2012; 25: 328-333

20. Harith ZT, Ting CH, Zakaria NNA. Coffee packaging: Consumer perception on appearance, branding and pricing. *International Food Research Journal*. 2014; 21: 849-853.
21. Spanu S, Mosna D, Vignali G. "CFD Analysis of Coffee Packaging in Capsules using Gas Flushing Modified Atmosphere Packaging" *International Journal of Food Engineering*. 2016; 12: 875-887.
22. Dutta, A. ;G Dutta, G. Comparing Optimum Barrier Variables of Aluminium and MPET Foil Based Laminates for Coffee Packaging - *Journal of Applied Packaging Research*. 2016; 8: sn.
23. Tripetch P, Borompichaichartkul C. Effect of packaging materials and storage time on changes of colour, phenolic content, chlorogenic acid and antioxidant activity in arabica green coffee beans (*Coffea arabica L. cv. Catimor*). *Journal of Stored Products Research*. 2019; 84: sn.
24. Ribeiro FC, Borém FM, Giomo GS, Lima RR, Malta MR, Figueiredo LP. Storage of green coffee in hermetic packaging injected with CO₂. *Journal of Stored Products Research*. 2011; 47: 341-348
25. Olmi G. Statistical tools applied for the reduction of the defect rate of coffee degassing valves. *Case Studies in Engineering Failure Analysis*. 2015; 3: 17-24.
26. Smrke S, Wellinger M, Suzuki T, Balsiger F, Opitz SEW, Yeretian C. Time-Resolved Gravimetric Method To Assess Degassing of Roasted Coffee. . *Agric. Food Chem*. 2018; 66: 5293–5300.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-45>

Capítulo 45

AVANÇOS TECNOLÓGICOS PARA SEGURANÇA DE ALIMENTOS: REVISÃO

Paulo Leonardo Marotti Siciliano¹

¹Acadêmico do Curso de Nutrição – Ciências da saúde –Unicesumar; E-mail: plmarotti@gmail.com

Resumo: A elevação da comercialização e produção de alimentos é acompanhada pelo aumento de infecções, enfermidades e mortes relacionadas ao consumo de alimentos contaminados, fazendo com que os processos de produção sejam cada vez mais controlados, a fim de se assegurar a inocuidade. O objetivo principal desse trabalho é identificar e caracterizar as inovações tecnológicas que ajudam as indústrias alimentares no controle de segurança dos alimentos. Outro objetivo é apresentar os avanços e melhoramentos realizados na indústria de alimento. A metodologia utilizada na pesquisa foi a revisão bibliográfica na temática das tecnologias utilizadas pela indústria alimentar, culminando em um trabalho que tem, ao mesmo tempo, características qualitativas e explicativas. Uma tecnologia apresentada neste estudo é a imagem química, a qual permite identificar o mapa de composição química dos alimentos, níveis de agrotóxicos e até mesmo matérias estranhas, sendo mais efetiva do que as técnicas de inspeção comumente utilizadas. Além disso, a tecnologia de embalagens inteligentes é outro avanço estudado, a qual tem um papel importante na preservação de alimentos.

Palavras-chave: Inovações; segurança de alimentos; novas tecnologias

INTRODUÇÃO

A segurança alimentar e dos alimentos é umas das grandes preocupações do mundo. A elevação da comercialização e produção de alimentos é acompanhada pelo aumento de infecções, hospitalizações e mortes relacionadas ao consumo de alimentos contaminados e a produção deve ser cada vez mais controlada para garantir a inocuidade. Com o passar dos anos, a necessidade de consumir ganhou maior importância e, por consequência, a de produção também. Esse cenário motivou a criação e o progresso de tecnologias para a indústria de alimentos. Os avanços tecnológicos estão em constante desenvolvimento, podendo estar presentes em vários segmentos do sistema produtivo e oferecendo grandes vantagens no processo de segurança de alimentos (1).O desenvolvimento da tecnologia favorece o controle de segurança e qualidade. Um dos exemplos é a utilização da imagem química, que é uma análise química de elevada precisão capaz de identificar os elementos presentes nos alimentos, possibilitando a identificação de matérias estranhas, como metais, agrotóxicos, solventes e outros. Outro

avanço é o uso de agentes biológicos, ou os bacteriófagos: vírus que apresentam capacidade infectar e matar células bacterianas. As tecnologias também estão presente em escala nanométrica através da nanotecnologia. Na indústria alimentícia, é possível observar a influência da nanotecnologia desde a produção agrícola, através do uso eficiente de fertilizantes e do tratamento de água, como no processamento dos alimentos em equipamentos e utensílios, tendo uma maior eficiência térmica e mecânica, na formulação de produtos, com o emprego de aditivos e sistemas de liberação controlada de substâncias bioativas e minerais. Também se identificam os avanços tecnológicos no desenvolvimento de embalagens com propriedades básicas aprimoradas e ainda adicionais, como as embalagens “ativas” e “inteligentes” (1). Neste presente artigo serão abordados alguns avanços tecnológicos auxiliares da segurança de alimentos.

OBJETIVO

O presente artigo tem como objetivo fazer o levantamento dos avanços e melhoramentos realizados na indústria de alimento.

Objetivos específicos

Pesquisar artigos sobre tecnologia (tecnologia alimentar);

Realizar um levantamento das tecnologias para a segurança de alimentos;

Classificar os avanços tecnológicos para a indústria.

Descrever diferentes tópicos relacionados ao tema da revisão de literatura que está sendo feita.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente artigo, foi realizada uma revisão bibliográfica que contempla as tecnologias utilizadas pela indústria alimentar, sendo feitas as suas classificações posteriormente.

Em termos de averiguação empírica, o trabalho compreendeu um estudo de caráter qualitativo, e em relação aos objetivos pretendidos, a pesquisa é de cunho explicativo, pois a razão do estudo é evidenciar algumas tecnologias que contribuem para o controle e inocuidade adotados pela indústria alimentar.

O desenvolvimento deste apoia-se na pesquisa bibliográfica.

REFERENCIAL TEÓRICO

Em 1810, o francês Nicolas Appert recebeu um prêmio de Napoleão Bonaparte por desenvolver um processo de conservação que empregava calor combinado com o fechamento hermético. Napoleão sabia que a alimentação era fundamental para seus exércitos e, conseqüentemente, para o sucesso de suas táticas de guerra. Então, o uso do processamento desenvolvido por Appert permitiu aos exércitos do imperador francês conservarem seus alimentos por períodos mais longos e com melhor qualidade sanitária. Surgia ali o processo de apertização. Com a necessidade de conservar os alimentos por

maiores períodos de tempo, as guerras trouxeram grandes avanços no desenvolvimento de tecnologia de alimentos (2).

Quando se fala em segurança de alimentos, refere-se à disponibilidade de alimentos produzidos em bases sustentáveis, sendo que a qualidade do alimento e o modo de produção utilizado são características essenciais. Os avanços tecnológicos possibilitam uma melhor produção alimentar, fazendo com que a indústria alimentar apresenta-se em reforma constante. Desse modo, a tecnologia desempenha um papel importante, e os avanços técnicos e científicos permitem hoje produzir alimentos que se adaptam melhor ao consumidor, com o uso de processos mais sustentáveis e eficientes. Apresentam-se, a seguir, algumas das tecnologias que norteiam e desempenham esse papel.

IMAGEM QUÍMICA

O alimento desempenha um papel vital para a vida, ou seja, qualquer risco de contaminação deve ser monitorado e combatido, garantindo a segurança do alimento.

A análise química dos alimentos na indústria alimentar é regurada por órgãos públicos de vigilância sanitária, como a Agência nacional de vigilância sanitária (Anvisa) e o Ministério da agricultura, agropecuária e abastecimento (Mapa).

Com o desenvolvimento da imagem química, complementam-se os métodos para a segurança de alimentos.

A imagem química é uma tecnologia que permite identificar um mapa de composição alimentar (umidade, gorduras, proteínas etc.) e é baseada na tecnologia de imagem espectral. Apresenta-se como uma tecnologia revolucionária que vai além dos métodos convencionais de sistemas de inspeção permitindo uma leitura de interesse no parâmetro em cada ponto do produto e conferindo, assim, informação mais rigorosa (3).

Tendo a capacidade de identificar a composição química, essa tecnologia permite a identificação de matéria estranha em alimentos e até mesmo os níveis de agrotóxicos. Sua aplicação é muito variada, podendo ser aplicada em qualquer linha do sistema produtivo (4).

MICROENCAPSULAÇÃO

O conceito de microcápsula surgiu da idealização do modelo celular. Os primeiros registros de tentativas de aplicação da técnica de microencapsulação datam dos anos 1930, mas o primeiro produto com material microencapsulado só surgiu em 1954. A definição de micropartículas pode ser ampliada para incluir as nanopartículas, ou seja, são partículas com dimensões de 10 a 1000 nm, caracterizando um sistema coloidal.

Microencapsulação é o processo de empacotamento de materiais sólidos, líquidos ou gasosos em cápsulas extremamente pequenas, as quais podem liberar o conteúdo de forma controlada e sob condições específicas. Trata-se de uma tecnologia inovadora que tem sido empregada com êxito na indústria de cosméticos, farmacêutica e alimentícia. Várias técnicas têm sido empregadas na elaboração de microcápsulas, tais como: *spray drying*, *spray cooling*, coacervação, recobrimento em leito fluidizado, lipossomas e complexação por inclusão. Essa técnica tem solucionado limitações no emprego de ingredientes alimentícios, visto que pode suprimir ou atenuar *flavors* indesejáveis, reduzir a volatilidade e a reatividade e aumentar a estabilidade destes em condições ambientais adversas, como na presença de luz, oxigênio e pH extremos (5).

Venturini apresenta a aplicabilidade da microencapsulação em seu trabalho, onde desenvolveram um biscoito através da substituição parcial da margarina por óleo de chia microencapsulado. Como agente encapsulante utilizaram a cera de Carnaúba e como estabilizador o caseinato de sódio. Concluíram que o comportamento térmico das micropartículas foi semelhante antes e depois da incorporação nos cookies. Os biscoitos apresentaram maior estabilidade de cor e armazenamento.

Foram detectadas alterações na sorção de umidade dos biscoitos devido à presença de microcápsulas, sendo provavelmente uma indicação de imobilização da água por caseinato sódio utilizado na elaboração das partículas (6).

SPRAY DRYING

A secagem dos líquidos por atomização ou pulverização, frequentemente chamada de secagem por atomização ou “spray drying”, consiste em dispersar o produto a ser seco sobre forma de pequenas gotículas em uma corrente de ar quente de maneira a obter um pó. Quando um alimento é colocado em uma corrente de ar com baixa umidade relativa (pressão de 1554 Pa) e elevada temperatura (em média 200 °C), é formada espontaneamente uma diferença de temperatura e pressão parcial de água entre o alimento e o ar, resultando uma transferência de energia na forma de calor do ar para o produto e uma transferência de água do produto para o ar, sendo que o ar em contato com a partícula láctea atomizada possui temperatura de 45°C e pressão de 9583 Pa (7). De acordo com Schuck (7), as pequenas gotículas formadas e a grande área superficial delas resultam em uma rápida evaporação da água a uma temperatura relativamente baixa, minimizando os danos térmicos ao produto.

Na indústria de laticínios a secagem em *spray dryer* é largamente empregada para a produção de ingredientes lácteos com custos de processamento comercialmente viáveis, apresentando custo de evaporação dez vezes inferior ao processo de liofilização (7).

O *Spray Dryer* é um dos métodos mais usados para microencapsulamento, permite o uso de diversos carreadores e gera produtos com boa estabilidade, devido à ampla disponibilidade do equipamento, ao baixo custo de processamento, possibilidade do uso de grande variedade de carreadores e boa estabilidade do produto (8).

Braga avaliou o efeito das condições do processo de secagem de suco de abacaxi com hortelã por *spray drying* sobre as características físico-químicas dos pós obtidos. Como resultados o produto apresentou estabilidade, pois reduziu sua higroscopicidade, 99,6% de solubilidade, além da obtenção de pós com a coloração visualmente verde, desejável em um pó de suco de abacaxi com hortelã (9).

SPRAY COOLING

O resfriamento por pulverização é uma tecnologia de crescente interesse para resfriamento eletrônico e outras aplicações de alto fluxo de calor, e é caracterizada por alta transferência de calor, uniformidade de remoção de calor, pequeno inventário de fluidos, baixa velocidade de impacto de gotas e ausência de superação de temperatura. Os mecanismos pelos quais o calor é removido durante o resfriamento por spray são pouco compreendidos, no entanto, devido à sua dependência de muitos parâmetros que não são

facilmente variados de forma independente, e as capacidades preditivas são bastante limitadas (10).

NANOTECNOLOGIA

A nanotecnologia é a ciência responsável por utilizar materiais em escala nanométrica para obtenção de produtos e processos de melhor desempenho (11).

Na indústria alimentícia, é possível observar a influência da nanotecnologia desde a produção agrícola, através do uso eficiente de fertilizantes e do tratamento de água, como no processamento dos alimentos em equipamentos e utensílios, tendo uma maior eficiência térmica e mecânica, na formulação de produtos, com o emprego de aditivos e sistemas de liberação controlada de substâncias bioativas e minerais, além de favorecer no desenvolvimento de embalagens com propriedades básicas aprimoradas e ainda adicionais, como as embalagens “ativas” e “inteligentes”(12).

A consolidação de nanotecnologia como uma ferramenta para a garantia de novos produtos com maior segurança e qualidade alimentar dependerá do investimento contínuo em pesquisas. Estudos de viabilidade econômica, aceitação do consumidor, toxicidade de nanomateriais e produtos baseados em nanotecnologia englobam a tendência para os próximos anos (13).

BACTERIÓFAGOS

Os bacteriófagos, também denominados apenas de fagos, são vírus que infectam bactérias. A maioria dos fagos descritos infecta espécies de bactérias do grupo entérico, como *Escherichia coli* e *Salmonella typhimurium*. Mas há aqueles que infectam uma variedade de procariontos, tanto bactérias quanto *Archaea* (14). Os fagos foram descobertos em 1915 por Frederick Twort sendo descritos como agentes bacteriolíticos, pois, apresentavam a capacidade de infectar e matar as bactérias. Em 1917 Felix D’Herelle descobriu um micro-organismo invisível antagônico do bacilo da disenteria (*Shigella* sp.) e o denominou de bacteriófago (15).

Na década de 80 a fagoterapia (utilização dos fagos para tratamento e controle bacteriano) foi revitalizada como uma possível alternativa terapêutica para as infecções bacterianas, tendo em vista o aparecimento de bactérias multirresistentes a antibióticos. Os experimentos foram primeiramente desenvolvidos em animais no Reino Unido e na clínica médica no Leste europeu (16). A fagoterapia tem sido um método estudado não só no tratamento e prevenção de infecções bacterianas, mas também no controle microbiológico na indústria alimentícia e farmacêutica. Na área alimentícia relacionada ao controle de contaminação de legumes, frutas e outros alimentos, a terapia por fago pode ser eficaz. São utilizados produtos químicos para a lavagem dos alimentos e radiação gama para carnes, mas estes métodos podem ser prejudiciais à saúde e alterar o sabor e a qualidade do alimento (17).

Em 2009, a Autoridade Europeia da Segurança dos Alimentos (AESA) publicou um relatório dos riscos biológicos para segurança dos alimentos, afirmando que os bacteriófagos poderiam ser uma forma eficaz de eliminar patógenos específicos dos alimentos (18).

LIOFILIZAÇÃO

O processo de liofilização consiste em um processo de secagem do material por meio da sublimação da parte congelada a temperaturas baixas e sob vácuo. Essa tecnologia foi desenvolvida para superar as perdas de compostos responsáveis pelos aromas nos alimentos, os quais são muito suscetíveis às modalidades de processamento que empregam temperaturas elevadas, como a secagem convencional (19).

A liofilização, também denominada por outras nomenclaturas como criodesidratação ou criosecação, é um processo diferenciado de desidratação de produtos, pois ocorre em condições especiais de pressão e temperatura, possibilitando que a água previamente congelada (estado sólido) passe diretamente ao estado gasoso (sem passar pelo estado líquido), ou seja, a mudança de estado físico ocorre por sublimação (20). O processo de liofilização garante a remoção da água do alimento, impactando significativamente na segurança do alimento.

No trabalho proposto por Costa (21) utilizou tal processo com o objetivo de estudar a produção de pós liofilizados a partir da manga da variedade ‘Ataulfo’ em três estágios de maturação (2, 3 e 4), tendo seu armazenamento em dois tipos de embalagem. Os pós foram armazenados em uma embalagem laminada e outra de polietileno e seu armazenamento em temperatura ambiente, teve duração de 180 dias e a cada 30 dias eram feitas análises quanto a atividade de água (aw), umidade, cor, vitamina c, sólidos solúveis (Brix°) e a acidez total titulável (ATT).

Com os resultados foi possível concluir que os pós liofilizados da manga se armazenaram bem em ambas embalagens (laminada e polietileno). Contudo, observou-se que o pó armazenado na laminada preservou com mais eficácia as propriedades físico-químicas, mostrando ser mais eficiente. Também concluíram que o processo de liofilização da polpa integral da manga ‘Ataulfo’ é eficiente e eficaz na desidratação dessa fruta (21).

EMBALAGENS ATIVAS E INTELIGENTES

Com o desenvolvimento da indústria de alimentos, as embalagens têm se aperfeiçoado, indo além de sua função básica de proteger o alimento contra danos mecânicos e contaminações químicas e microbiológicas.

Rooney (22) define embalagem ativa como aquela que exerce algum outro papel na preservação de alimentos que não o de promover uma barreira inerte a influências externas. Uma embalagem ativa é aquela que, além de proteger, interage com o produto e, em alguns casos, responde realmente a mudanças (23). Embalagens ativas desempenham alguma função após o ponto em que o conteúdo foi embalado, interagindo com ele para melhorar sua qualidade, tempo de prateleira, segurança e utilização (24). No sentido convencional, uma embalagem aumenta a segurança do alimento de acordo com os seguintes mecanismos: barreiras a contaminações (microbiológicas e químicas) e prevenção de migração de seus próprios componentes para o alimento.

As embalagens inteligentes monitoram, indicam ou testam informações dos produtos ou as condições do ambiente que afetam a qualidade do produto, tempo de prateleira ou qualidade (23).

As embalagens ativas podem ser absorvedoras ou emissoras, permeáveis a gases e responderem à temperatura, além de oferecerem propriedades antimicrobicas. As inteligentes estão mais ligadas ao diagnóstico (com a presença de indicadores) e à comunicação (com sistemas de etiquetas) (22).

No trabalho abordado por Chen (25) onde se desenvolveu um rótulo colorimétrico de embalagem de carne suína para a monitoração do frescor da carne. As amostras foram embaladas em bandejas de tereftalato de polietileno com rótulos indicadores na embalagem e mantidas a 5 ° C por 8 dias. Tais indicadores cotiam 3 grupos de corante sensíveis ao pH, sendo eles: roxo de bromocresol, azul de bromotimol e uma mistura de azul de bromotimol e vermelho de metila.

Com relação aos resultados encontrados, os indicadores mostraram através da avaliação colorimétrica que o rótulo do indicador feito por uma mistura de azul de bromotimol e vermelho de metila, foi capaz de discriminar carne de porco fresca (vermelha), meio fresca (goldenrod) e estragada (verde) em temperatura de armazenamento refrigerado (25).

CONCLUSÕES

Conclui-se que as tecnologias alimentares têm impactado significativamente na produção alimentar e auxiliando no controle, mostrando-se promissoras na segurança dos alimentos. É evidente que a indústria de alimentos estará sempre buscando melhoria e avanços tecnológicos para manter e oferecer sempre alimentos inócuos aos consumidores. E para melhor compreensão, foram apresentadas neste trabalho algumas tecnologias desenvolvidas e em desenvolvimento para tal objetivo. Espera-se, de qualquer forma, que grandes avanços ainda sejam alcançados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Srta. Maria B. Bornia por todo o apoio, carinho e parceria que sempre me ofereceu. Você me dá coragem para nunca desistir.

REFERÊNCIAS

1. Handford CE, Dean M, Henchion M, Spence M, Elliott CT, Campbell K. Implications of nanotechnology for the agri-food industry: Opportunities, benefits and risks. *Trends in Food Science & Technology*. dezembro de 2014;40(2):226–41.
2. Portal Educação. Portal Educação - Artigo [Internet]. Portaleducacao.com.br. 2013 Available from: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/nutricao/historia-da-tecnologia%20-de-alimentos/26561>
3. Rodrigues R. Documentos 306 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Clima Temperado Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [Internet]. 2010 [cited 2021 Nov 6]. Available from:

- <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884390/1/documento306.pdf>
4. Lupetti KO, Carvalho LC de, Moura AF de, Fatibello-Filho O. Análise de imagem em química analítica: empregando metodologias simples e didáticas para entender e prevenir o escurecimento de tecidos vegetais. *Quím Nova*. junho de 2005;28(3):548–54.
 5. Fávoro-Trindade CS, Pinho SC de, Rocha GA. Revisão: microencapsulação de ingredientes alimentícios [Internet]. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2008 ; 11(abr./ju 2008): 103-112. Available from: <http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/bjft/2008/v11n24407.pdf>
 6. Venturini LH, Moreira TFM, da Silva TBV, de Almeida MMC, Francisco CRL, de Oliveira A, et al. Partial Substitution of Margarine by Microencapsulated Chia Seeds Oil in the Formulation of Cookies. *Food Bioprocess Technol*. janeiro de 2019;12(1):77–87.
 7. Schuck P, Dolivet A, Méjean S, Hervé C, Jeantet R. Spray drying of dairy bacteria: New opportunities to improve the viability of bacteria powders. *International Dairy Journal*. julho de 2013;31(1):12–7.
 8. Reineccius GA. Flavor encapsulation. *Food Reviews International*. janeiro de 1989;5(2):147–76.
 9. Braga V. Produção de abacaxi com hortelã em pó por spray drying. Production of pineapple with mint powder by spray drying [Internet]. 20 de fevereiro de 2019 [citado 21 de dezembro de 2021]; Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24655>
 10. Gharsallaoui A, Roudaut G, Chambin O, Voilley A, Saurel R. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. *Food Research International*. novembro de 2007;40(9):1107–21
 11. Assis LM de, Zavareze E da R, Prentice-Hernández C, Souza-Soares LA de. Revisão: características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. *Braz J Food Technol*. 24 de abril de 2012;15(2):99–109.
 12. Handford CE, Dean M, Henchion M, Spence M, Elliott CT, Campbell K. Implications of nanotechnology for the agri-food industry: Opportunities, benefits and risks. *Trends in Food Science & Technology*. dezembro de 2014;40(2):226–41.
 13. Azeredo HMC, Miranda KWE, Ribeiro HL, Rosa MF, Nascimento DM. Nanoreinforced alginate–acerola puree coatings on acerola fruits. *Journal of Food Engineering*. dezembro de 2012;113(4):505–10.

14. Madigan MT. Brock biology of microorganisms. Fourteenth edition. Boston: Pearson; 2015. 1006 p.
15. Summers WC. Félix d'Herelle and the origins of molecular biology. New Haven, Conn: Yale University Press; 1999. 230 p
16. Paisano, Adriana Fernandes. Estudo in vitro da ação antimicrobiana de bacteriófagos em canais radiculares infectados por isolados clínicos de *Enterococcus faecalis* [thesis]. São Paulo: , Faculdade de Odontologia; 2008 [cited 2021-11-09]. doi:10.11606/T.23.2008.tde-11042008-113518
17. Behrsing J, Winkler S, Franz P, Premier R. Efficacy of chlorine for inactivation of *Escherichia coli* on vegetables. *Postharvest Biology and Technology*. junho de 2000;19(2):187–9
18. Uso de RMN de Baixa e Alta Resolução em Análise de Alimentos - Pesquisa [Internet]. [citado 9 de novembro de 2021]. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=Uso+de+RMN+de+Baixa+e+Alta+Resolu%C3%A7%C3%A3o+em+An%C3%A1lise+de+Alimentos&oq=Uso+de+RMN+de+Baixa+e+Alta+Resolu%C3%A7%C3%A3o+em+An%C3%A1lise+de+Alimentos&aqs=chrome..69i57.2621j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
19. Ibarz A, Barbosa-C??novas GV. Operaciones unitarias en la ingenier??a de alimentos. Madrid: Mundi Prensa; 2005
20. Garcia LP. Liofilização aplicada a alimentos. Trabalho Acadêmico (Graduação Bacharelado em Química de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, 2009.
21. Costa MS, Neto AF, Gomes JP, de Souza Costa JD, dos Santos VML, Coelho BES. Liofilização e avaliação da estabilidade da polpa de manga 'Ataulfo'. *Research, Society and Development*. 2021;10(3):e45710313596–e45710313596.
22. Rooney ML. Active Food Packaging [Internet]. Boston, MA: Springer US : Imprint : Springer; 1995 [citado 9 de novembro de 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2175-4>
23. Azeredo HMC de, Faria J de AF, Azeredo AMC de. Embalagens ativas para alimentos. *Ciênc Tecnol Aliment*. dezembro de 2000;20(3):337–41.
24. Lima DCDS, Costa PMR, Paulino C, Tonholo J, Uchoa SBB, Do Nascimento TG, et al. Estudo de prospecção tecnológica sobre embalagens ativas para vegetais. *CP*. 7 de dezembro de 2018;11(4):1150.

25. Chen H, Zhang M, Bhandari B, Yang C. Development of a novel colorimetric food package label for monitoring lean pork freshness. *LWT*. janeiro de 2019;99:43–9.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-46>

Capítulo 46

USO DO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIR) NO CONTROLE DE QUALIDADE DE FRUTAS: REVISÃO

Francisca Pereira de Moraes¹; Angelinne Costa Alexandrino²

¹Docente/pesquisador do Centro de Ciências Agrárias do Sertão – Departamento de Educação em Ciências Agrárias e da Terra – DECATS – UFS. E-mail: franciscapereira.moraes@gmail.com. ²Engenheira de Alimentos. E-mail: angelinnecosta@hotmail.com.

Resumo: Diversas análises podem ser utilizadas para mensurar a qualidade dos frutos, como o teor de sólidos solúveis, pH, acidez, cor, teores de compostos bioativos, dentre outras. Essas análises podem ser utilizadas como parâmetros pré e/ou pós-colheita. Os métodos mais comuns utilizados na determinação desses parâmetros são chamados de convencionais e podem exigir equipe treinada, reagentes específicos, além de requerer certo tempo para a obtenção dos dados. A tecnologia do infravermelho próximo (NIR), captura espectros que carregam informações tanto do ponto de vista qualitativo quanto quantitativo, e pode ser realizada no alimento intacto, ou seja, é um método não destrutivo e obtém respostas rápidas. Portanto, o objetivo dessa revisão foi mostrar como a tecnologia NIR foi utilizada na análise dos parâmetros de qualidades de frutas. Este estudo buscou trabalhos que avaliaram os parâmetros de qualidade de algumas frutas através do NIR. Dentre os resultados obtidos percebeu-se que para alguns parâmetros o NIR se mostrou promissor, com alta capacidade preditiva podendo até substituir os métodos convencionais, enquanto que para outros parâmetros a capacidade preditiva não foi eficaz, podendo ser utilizada apenas para classificação de frutos. Portanto, o NIR é uma ferramenta prática e eficiente e o seu uso deve ser realizado de acordo com cada alimento e característica desejada.

Palavras-chave: controle de qualidade; análises não-destrutivas; NIR; quimiometria.

INTRODUÇÃO

A busca pelo consumo de frutas frescas tem aumentado significativamente nos últimos anos, o interesse do consumidor por vegetais de origem conhecida e qualidade assegurada é cada vez mais recorrente [1]. Além do mais, o cuidado com os alimentos deve ser observado desde a origem, onde os diversos parâmetros são utilizados sempre visando o consumidor final. Portanto, o controle de qualidade dos produtos é primordial para a saúde de quem o consome, como também é destaque no mercado competitivo [2].

No momento da colheita, algumas características dos vegetais devem ser observadas para se ter a certeza do ponto ideal de retirada da planta mãe. Dentre as análises de referência dos frutos podemos citar: a coloração, a acidez, o teor de sólidos solúveis e a firmeza da polpa. Essas medidas avaliadas ao longo do processo evolutivo são de extrema importância, pois ajudam os produtores a definir o tempo exato da coleta. Os teores de compostos funcionais, como ácido ascórbico, compostos fenólicos, também podem ser utilizados como referência da composição ideal dos frutos. Essas medidas podem ser verificadas tanto ao longo do processo de desenvolvimento do vegetal como no período pós-colheita [3,4].

Na indústria processadora de alimentos, as técnicas utilizadas para a detecção dos parâmetros em geral utilizam métodos que necessitam de grande volume amostral, reagentes e equipamentos específicos, além de funcionários especializados e qualificados, expondo assim as várias deficiências como resultados demorados, custos altos e grande geração de resíduos. Logo, os métodos chamados não destrutivos e que apresentam resultados rápidos, inclusive podendo coletar os dados dos frutos na própria planta (Figura 1), são tidos como excelente alternativa para a indústria e também para os produtores. A tecnologia do infravermelho próximo (*Near-Infrared Spectroscopy*, NIR) é uma das ferramentas bastante utilizadas. Essa técnica atualmente apresenta-se bem difundida e podendo até substituir os métodos tradicionais, ela possibilita a redução de energia e tempo, sendo muito econômica a longo prazo [1,5].

No entanto, ao analisar as matrizes alimentares, percebe-se o quanto sua composição é complexa, exigindo o uso de ferramentas matemáticas e estatísticas na obtenção das informações desejadas. Nesse sentido, a quimiometria e seus diversos algoritmos são utilizados para auxiliar na análise dos espectros dos alimentos, resolvendo os sistemas químicos. Para a obtenção dos dados através do infravermelho, é feita a correlação matemática entre o espectro completo obtido da amostra e as análises obtidas por métodos de referência [6]. Portanto, o objetivo dessa revisão foi mostrar como a tecnologia NIR foi utilizada na análise dos parâmetros de qualidades de frutas.



Figura 5 - Uso do infravermelho próximo (NIR) portátil em mangas [7].

INFAVERMELHO PRÓXIMO (*NEAR-INFRARED SPECTROSCOPY*, NIR)

A região do infravermelho próximo é representada pelos espectros eletromagnéticos com comprimento de onda variando de 750 a 2500 nm (13.333 a 4.000 cm^{-1}), como mostra a Figura 2. A espectrofotometria do NIR é utilizada basicamente em substâncias orgânicas, pois suas ligações covalentes (C=O, C-H, N-H, S-H, dentre outras)

absorvem a radiação emitida pelo NIR de acordo com sua faixa espectral [2,8]. Contudo, vale salientar que é preciso criar modelos de calibração que são baseados em diversos fatores, como a espécie da cultura estudada, as condições climáticas e agrônômicas, entre outros. A etapa seguinte consiste em validar a capacidade de predição do método e dos modelos, pois a partir dessa validação será possível prever as respostas de novas amostras [9].

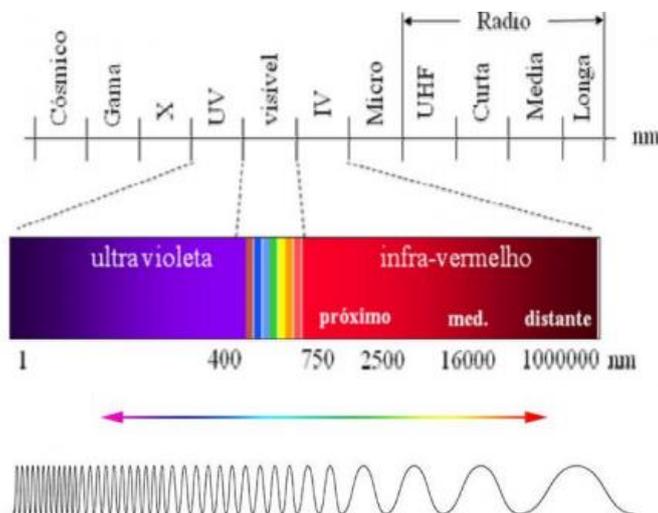


Figura 6 – Faixa dos espectros eletromagnéticos [10].

Um espectrofotômetro NIR apresenta uma constituição química de quatro partes principais (Figura 3): uma fonte de luz/radiação (tipicamente é uma lâmpada de tungstênio com gás halogênio, pois ela é pequena e robusta), um sistema óptico (ocorrerá a decomposição do feixe de luz policromático em comprimentos de onda discretos), um suporte para conter a amostra (esse suporte dependerá do tipo de amostra, pois ela pode ser sólida, líquida ou gasosa) e um detector (geralmente incluem semicondutores, sulfureto de chumbo (PbS) e índio-gálio-arsênio (InGaAs), pois apresentam características ideias, como: rapidez, são silenciosos, pequenos e de alta sensibilidade na região visível de até 1100 nm) [11,12].

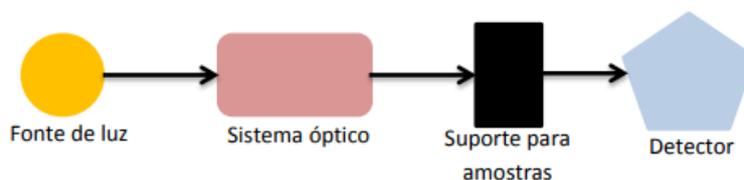


Figura 7 - Configuração básica de um espectrômetro de NIR [12].

QUIMIOMETRIA

A leitura espectral realizada pelo NIR apresenta uma grande complexidade, pois as propriedades físicas e químicas das amostras influenciam no espectro medido (Figura 4). Portanto, a quimiometria é assim utilizada para selecionar as informações que se

correlacionam com uma propriedade de interesse em meio a uma grande quantidade de dados. Com isso, tanto na análise qualitativa quanto na quantitativa através do NIR, é feita a extração da parte desejada entre os dados multivariados dos espectros e sem perder informações importantes. Além do mais, as informações indesejadas são desconsideradas, sendo chamadas de interferências ou ruído [12].

Logo, a quimiometria é definida como a ciência que relaciona as medidas feitas em um sistema químico com a matemática e estatística, permitindo obter o máximo de informações relevantes [2,13].

A extração das informações sobre os atributos de qualidade obtidos pelo NIR é realizada através da calibração multivariada, dentre elas pode-se encontrar: mínimos quadrados parciais (PLS), redes neurais artificiais (ANN), além da regressão de componente principal (PCR) e também mínimos quadrados, dentre outros [14].

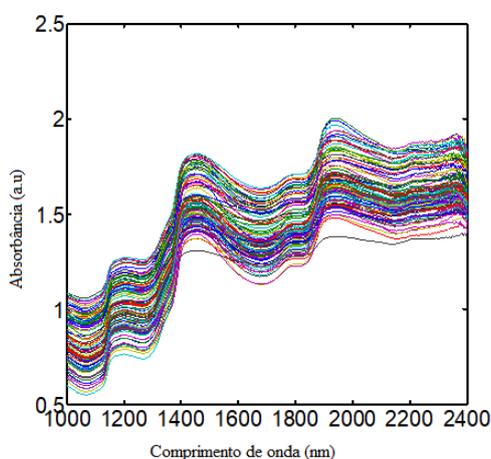


Figura 8 – Exemplo de espectros coletados na análise de acerola [14].

PARÂMETROS DE QUALIDADE

Os parâmetros de qualidade dos frutos estão relacionados com as propriedades físico-químicas, as quais têm influência das reações bioquímicas ocorridas desde a maturação até a senescência. São atributos que apresentam seu ponto alto de desenvolvimento durante a fase de maturação dos frutos. Esses parâmetros são analisados através de características intrínsecas, como sólidos solúveis, acidez, vitaminas, conteúdo de açúcares e ácido, e extrínsecas, como formato, cor e tamanho dos frutos. Tais características podem ser relacionadas à padronização e participam diretamente na escolha do consumidor [3,15,16].

Na Tabela 1 são mostrados alguns trabalhos em que os autores avaliaram os parâmetros de qualidade em frutos pela técnica do infravermelho próximo (NIR). Nos tópicos a seguir essas análises serão discutidas:

Tabela 7 – Aplicação do NIR no controle de qualidade de frutas.

Amostra	Faixa uso do NIR	Parâmetros analisados	Número de amostras	Referência
Uva	400-1000 nm	Teor de sólidos, perda de peso e firmeza	300	[17]
Manga	950-1650 nm	Sólidos solúveis, matéria seca, acidez titulável e firmeza da polpa	400	[18]
Frutos de caqui	470,5 a 1032 nm	Cor	738	[3]
		Firmeza	473	
		Teor de sólidos solúveis	481	
		Acidez titulável	482	
		Taninos solúveis	476	
Cenoura e tomate	450-1650 nm	Firmeza, teor de água, sólidos solúveis, pH e cor	234	[15]
Acerola	1000-2400 nm	Ácido ascórbico	102	[14]
Maça	300-1100 nm	Sólidos solúveis	640	[19]
Maracujá amarelo	800-2500 nm	Sólidos solúveis, acidez titulável, açúcares individuais e ácido ascórbico	130	[20]
Ameixa	950-1600 nm	Sólidos solúveis, pH e umidade	50-100	[16]
Cereja	874-1734 nm	Sólidos solúveis e pH	550	[21]
Damasco, nectarina, pêsego e ameixa	310-1100 nm	Sólidos solúveis, matéria seca e firmeza da polpa	200	[22]

Fonte: autores

Cor

A qualidade dos frutos pode ser mensurada por diversos parâmetros. Portanto, a soma de todas as características e atributos dá a fruta o seu valor alimentar. O peso de cada componente dependerá do destino final desse produto, se será consumido fresco ou processado, por exemplo. A análise de cor é um dos principais atributos utilizados para avaliar a qualidade comercial de um vegetal. É um mecanismo que envolve a emissão de luz pela fonte e a psicologia do observador [23].

Utilizando o NIR para determinar o parâmetro de cor em frutos de caqui e o algoritmo PLS, os autores concluíram que a faixa de predição era suficiente apenas para fazer triagem, voltado para o controle de qualidade, enquanto que usando o algoritmo PCR a capacidade de predição foi excelente, podendo ser empregado para qualquer aplicação [3]. Enquanto que analisando o parâmetro de cor com o NIR para o controle de qualidade de cenouras e tomates, os autores concluíram que os modelos PLS deram os melhores resultados de predição para o parâmetro cor (principalmente para tomates). Os autores ainda afirmaram que esses resultados preliminares são promissores, podendo ser replicados em outras matérias-primas com o objetivo de otimizar a cadeia de abastecimento de frutas frescas [15].

Firmeza da polpa

A firmeza das frutas e hortaliças se referem à resistência mecânica, isto é, o quanto esses alimentos suportam impacto e compressão, já a textura diz respeito à uniformidade, aspereza, regularidade, densidade e solidez [24].

Geralmente associa-se o grau de firmeza da polpa com o ponto de maturação do vegetal, retenção de compostos com melhor palatabilidade. É um importante parâmetro de qualidade, uma vez que a firmeza diminui gradualmente ao longo do processo de amadurecimento e conseqüentemente ao longo armazenamento [23].

Marques et al. [18] utilizaram o método PLS como modelo de calibração para determinar sólidos solúveis (SS), matéria seca (MS), acidez titulável (AT) e firmeza da polpa (PF), ambos pelo espectro do NIR. Para o parâmetro firmeza da polpa o modelo apresentou um fraco desempenho de previsão, no entanto esses resultados são promissores para avaliação de qualidade nos setores de produção, armazenamento e comercialização de manga.

Beghi et al. [17] fazendo o monitoramento pela espectroscopia do NIR e analisando o mesmo parâmetro da firmeza da polpa em uva durante o murchamento, também utilizou o algoritmo de regressão PLS. Essa análise geralmente apresenta algumas dificuldades, principalmente por sua extrema variabilidade. Porém, os modelos de predição baseados em técnicas de regressão multivariadas exibiram resultados preliminares satisfatórios.

Um estudo utilizando o NIR avaliou o teor de sólidos solúveis, teor de matéria seca e a firmeza da polpa em damasco, nectarina, pêsego e ameixa, no período da colheita. Os dados foram conduzidos pelo modelo PLS. Os autores concluíram que a

espectroscopia NIR não foi precisa para o parâmetro firmeza da polpa, sendo recomendado outros métodos não destrutivo para tal análise [22].

Sólidos Solúveis, Acidez Titulável e pH

Os componentes iniciais que proporcionam o *flavor* das frutas são os açúcares e os ácidos orgânicos. Essa característica tem influência da quantidade e composição do tipo de açúcares, ácidos orgânicos e metabolitos secundários que ficam acumulados nas frutas. O teor de açúcares e ácidos das frutas fazem parte do processo de crescimento e desenvolvimento do fruto, importantes para a formação do sabor da fruta, assim como a prática de funções fisiológicas correspondentes [25].

Altieri et al. [3] avaliaram o teor de sólidos solúveis em frutos de caqui pelo espectro NIR. Para processar os dados utilizaram os algoritmos PLS e PCR, a predição resultante pelo PLS foi considerada razoável e utilizável apenas para aplicação em processo de triagem. Enquanto que o algoritmo PCR apresentou ótima capacidade de predição, podendo ser utilizado para aplicação de controle de processo. Zhang et al. [19] analisaram o teor de sólidos solúveis e matéria seca em maçãs utilizando um equipamento portátil. Para a construção dos modelos de calibração e predição foi utilizado PLS, tanto nas cultivares individuais como múltiplas cultivares. Os autores concluíram que para obter previsões precisas e seguras, os modelos de calibração devem ser construídos com base em cultivares individuais e também devem ser analisados a variação dos efeitos sazonais e regionais.

A determinação da acidez titulável fornece informações essenciais na análise da composição dos frutos [26]. Enquanto que o pH é um parâmetro inversamente proporcional à acidez. A degradação dos ácidos orgânicos, que acontece no processo de maturação dos frutos, influencia diretamente a redução da acidez, o que provoca aumento no pH, indicando assim uma amostra menos ácida. No entanto, alguns ácidos orgânicos, como por exemplo o ácido málico, tendem a aumentar no começo da maturação, depois diminuindo seus valores até a obtenção da maturação completa [26].

A relação entre o teor de sólidos solúveis e pH em diferentes estágios de maturação de cereja foi avaliada utilizando o NIR, sendo testados os modelos PCR e PLS. Os autores observaram uma taxa de classificação correta de 96,4% dos estágios de maturação, concluindo que é possível detectar a qualidade do fruto através do NIR [21].

A espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) e médio (MIR) foi investigada na detecção dos parâmetros de qualidade (teor de sólidos solúveis, acidez titulável, glicose, frutose, sacarose e ácido ascórbico) da polpa de maracujá, usando análise de regressão linear parcial mínima quadrada (PLS). No entanto, para essa amostra os modelos PLS em MIR foram mais satisfatórios que o NIR [20].

O estudo do NIR para o teor de sólidos solúveis em damasco, nectarina, pêssigo e ameixa, mostrou ótimo potencial para a rotina de indústria pela possibilidade da realização das análises em campo [22].

Ao analisar a acidez titulável em manga pelo espectro NIR, os autores perceberam que foi o parâmetro de qualidade mais difícil para fazer a modelagem, principalmente para as amostras com acidez baixa, então durante a construção dos modelos de calibração o desempenho preditivo foi muito ruim [18]. Resultados similares ao da acidez titulável foram obtidos por Beghi et al. [15] para o pH de cenouras. Ao criar os modelos preditivos

utilizando regressão PLS, por também apresentar baixa variabilidade do pH, os resultados da predição foram ruins.

Ácido Ascórbico

O ácido ascórbico, que é a forma ativa da vitamina C, auxilia no combate a diversas infecções, sendo um importante antioxidante hidrossolúvel. Esta característica gera um aumento na capacidade celular, impedindo a formação de radicais livres desenvolvidos pela ativação dos fagócitos e liberação de substâncias pelo agente infeccioso [27].

Foi realizada a estimativa do teor de ácido ascórbico na acerola intacta baseado no método NIR, onde os espectros coletados foram analisados pelo método PLS. O modelo foi comparado ao método convencional (titulação) e não houve diferença significativa ao nível de 95% de confiança. Exibindo uma ótima alternativa de análise desse composto bioativo [14]. Em maracujá amarelo não foi possível boa previsão no teor desse componente, uma vez que a quantidade presente na polpa é baixo [20].

CONCLUSÕES

De acordo com o explanado ao longo dessa revisão, percebe-se que para determinar a qualidade das frutas que estarão disponíveis aos consumidores é necessário diversas ferramentas e pessoas envolvidas. Por isso, o uso de tecnologias práticas e rápidas que facilitam coletar essas informações de maneira são de extrema importância. Além disso é primordial atender as demandas e exigências do mercado consumidor, bem como a redução dos desperdícios. O emprego do NIR para detectar os parâmetros de qualidade se mostrou promissor, uma vez que não há necessidade de destruir a amostra, e também pela não geração de resíduos e também por ser uma técnica rápida. Contudo é preciso observar que nem todos os parâmetros podem ser preditos por esta tecnologia. Cabendo ao pesquisador ter conhecimento prévio e a realização de estudos preliminares para a utilização adequada do NIR.

REFERÊNCIAS

- [1] Su Z, Lu Z, Yang M, Wu Z, Xu R. Design and Experiment of a Portable Near-infrared Spectrum Detection System for Fruits and Vegetables Quality-inspection. E3S Web Conf 2020;189. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018902009>.
- [2] Costa RC. Metodologias analíticas para a agroindústria de frutas empregando infravermelho próximo e quimiometria. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.
- [3] Altieri G, Genovese F, Tauriello A, Di Renzo GC. Models to improve the non-destructive analysis of persimmon fruit properties by VIS/NIR spectrometry. J

- Sci Food Agric 2017;97:5302–10. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8416>.
- [4] Goldberg T, Agra H, Ben-Arie R. Non-destructive measurement of fruit firmness to predict the shelf-life of ‘Hayward’ kiwifruit. *Sci Horti (Amsterdam)* 2019;244:339–42. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.057>.
- [5] Lekhawattana W, Sirisomboon P. Overall precision test of near infrared spectroscopy on mango fruits (*Mangifera indica* CV. ‘Nam Dok Mai Si Thong’) by on-line and off-line systems. *E3S Web Conf* 2020;187:1–6. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018704006>.
- [6] Alamar PD. Aplicação da espectroscopia no infravermelho próximo e quimiometria na avaliação da qualidade, estabilidade de vitamina C e fraude em polpa de frutas. Universidade Estadual de Campinas, 2019.
- [7] Freitas ST de. Infravermelho: aliado da qualidade de frutas. *Rev Da Fruta* 2020:1–36.
- [8] Amorim MV de P. Aplicação do infravermelho próximo aliada à calibração multivariada para construção da tecnologia analítica em processo na produção da olanzapina comprimidos revestidos. 2018. 140 f. Tese (Doutorado). Cent Ciências Da Saúde Programa Pós-Graduação Em Desenvolv e Inovação Tecnológica Em Medicam 2018.
- [9] Amaral PA, Schiavon AV, Giovanaz MA, Lima APF de, Andreetta GM, Andrade SB, et al. Espectroscopia vis/NIR para avaliar sólidos solúveis e firmeza de polpa em caquis, goiabas e quivis. *Rev Da Jorn Da Pós-Graduação e Pesqui - CONGREGA* 2017.
- [10] Hadlich HL. O reconhecimento de espécies arbóreas em campo por meio da casca com o uso da espectroscopia no visível e infravermelho próximo na Amazônia Central. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2017.
- [11] Giachero EA. Construção e Avaliação de um Espectrofotômetro Infravermelho Próximo (NIR) baseado em Arranjo de Sensores de PbS. Universidade Estadual de Campinas, 2009.
- [12] Magalhães DF. Aplicações da Espectroscopia de Infravermelho Próximo na Monitorização de Processos Farmacêuticos. Universidade de Lisboa, 2014.
- [13] Hibbert DB. Vocabulary of concepts and terms in chemometrics (IUPAC Recommendations 2016). *Pure Appl Chem* 2016;88:407–43. <https://doi.org/10.1515/pac-2015-0605>.
- [14] Moraes FP de, Costa RC, de Moraes C de LM, de Medeiros FGM, Fernandes TRN, Hoskin RT, et al. Estimation of ascorbic acid in intact acerola (*Malpighia emarginata* DC) fruit by NIRS and chemometric analysis. *Horticulturae* 2019;5:1–10. <https://doi.org/10.3390/horticulturae5010012>.
- [15] Beghi R, Giovenzana V, Tugnolo A, Guidetti R. Application of visible/near infrared spectroscopy to quality control of fresh fruits and vegetables in large-scale mass distribution channels: a preliminary test on carrots and tomatoes. *J Sci Food Agric* 2018;98:2729–34. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8768>.
- [16] Bobasa EM, Dao Thi Phan A, Manolis C, Netzel M, Smyth H, Cozzolino D, et al. Effect of sample presentation on the near infrared spectra of wild harvest Kakadu plum fruits (*Terminalia ferdinandiana*). *Infrared Phys Technol* 2020;111:103560. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2020.103560>.
- [17] Beghi R, Giovenzana V, Marai S, Guidetti R. Rapid monitoring of grape

- withering using visible near-infrared spectroscopy. *J Sci Food Agric* 2015;95:3144–9. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7053>.
- [18] Marques EJN, De Freitas ST, Pimentel MF, Pasquini C. Rapid and non-destructive determination of quality parameters in the “Tommy Atkins” mango using a novel handheld near infrared spectrometer. *Food Chem* 2016;197:1207–14. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.080>.
- [19] Zhang Y, Nock JF, Al Shoffe Y, Watkins CB. Non-destructive prediction of soluble solids and dry matter contents in eight apple cultivars using near-infrared spectroscopy. *Postharvest Biol Technol* 2019;151:111–8. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.01.009>.
- [20] Oliveira-Folador G, Bicudo M de O, de Andrade EF, Renard CMGC, Bureau S, de Castilhos F. Quality traits prediction of the passion fruit pulp using NIR and MIR spectroscopy. *Lwt* 2018;95:172–8. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.078>.
- [21] Li X, Wei Y, Xu J, Feng X, Wu F, Zhou R, et al. SSC and pH for sweet assessment and maturity classification of harvested cherry fruit based on NIR hyperspectral imaging technology. *Postharvest Biol Technol* 2018;143:112–8. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.05.003>.
- [22] Scalisi A, O’Connell MG. Application of visible/NIR spectroscopy for the estimation of soluble solids, dry matter and flesh firmness in stone fruits. *J Sci Food Agric* 2021;101:2100–7. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10832>.
- [23] Sánchez MT, Entrenas JA, Torres I, Vega M, Pérez-Marín D. Monitoring texture and other quality parameters in spinach plants using NIR spectroscopy. *Comput Electron Agric* 2018;155:446–52. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.11.004>.
- [24] Ferreira MD. *Tecnologias Pós-Colheita em Frutas e Hortaliças* Editor Técnico. 1ª. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação; 2011.
- [25] Jiang F, Wang Y, Sun H, Yang L, Zhang J, Ma L. Intracellular compartmentation and membrane permeability to sugars and acids at different growth stages of peach. *Sci Hortic (Amsterdam)* 2013;161:210–5. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.06.037>.
- [26] Aroucha EMM, Gois VA de, Leite RH de L, Santos MCA, Souza MS. Acidez em frutas e hortaliças. *Rev Verde Agroecol e Desenvolv Sustentável* 2010:1–4.
- [27] Daud ZAM, Ismail A, Sarmadi B. Ascorbic Acid: Physiology and Health Effects. *Encycl Food Heal*. 1st ed., Elsevier; 2016, p. 266–74. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00045-3>.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-47>

Capítulo 47

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO QUEIJO COALHO ARTESANAL NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL: UMA REVISÃO

Ana Paula Ferreira de Almeida¹; Ana Thaís Campos de Oliveira²; Fernanda Tayla de Sousa Silva³;
Sheyla Maria Barreto Amaral⁴; Felipe Sousa da Silva⁵; Ana Maria de Abreu Siqueira⁶; Marlene
Nunes Damaceno⁷.

¹Mestranda da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: ana.paula.ferreira.almeida123@gmail.com; ²Mestranda da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: uthaiscampos.alimentos@gmail.com; ³Mestranda da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: tayliinhaf@gmail.com; ⁴Mestranda da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: sheylaamaral82@gmail.com; ⁵Mestrando da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: fesosi2005@gmail.com; ⁶Docente – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: ana.abreu@ifce.edu.br; ⁷Docente – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: marlene@ifce.edu.br;

Resumo: O queijo coalho artesanal é considerado um dos produtos de maior importância para o crescimento econômico no Nordeste brasileiro. Todavia, sua ingestão encontra-se associada ao aumento da ocorrência de intoxicação alimentar, em decorrência da produção, manipulação e venda que ocorrem muitas vezes de maneira inapropriadas. Dessa forma, a presente pesquisa teve por objetivo analisar na literatura científica a qualidade microbiológica do queijo coalho artesanal na região Nordeste do Brasil, e elaborar um infográfico com informações e sugestões para os produtores melhorarem a segurança higiênico-sanitária no produto final, beneficiando os mesmos e principalmente os consumidores. O estudo foi desenvolvido a partir de uma revisão integrativa da literatura, por meio da busca de publicações nas seguintes bases de dados eletrônicas: CAPES, *ScienceDirect* e Google Acadêmico. Posterior ao reconhecimento dos artigos sucedeu-se as etapas consecutivas: leitura cuidadosa dos títulos, dos resumos e dos artigos (na íntegra), sendo excluídos os estudos que não estavam em conformidade com os critérios de inclusão. A diagramação do infográfico foi realizada na plataforma de design gráfico *on-line* - Canva. Foram incluídos na referida revisão 7 publicações, sendo 5 na língua inglesa e 2 na portuguesa. A maioria das pesquisas foram realizadas em Pernambuco (43%), e os principais microrganismos analisados foram: Coliformes totais, *S. aureus*, *Salmonella* spp e *Escherichia coli*. Levando em conta as informações alcançadas na referida revisão, foi possível constatar, que a falta de qualidade microbiológica do queijo coalho artesanal na região Nordeste está associada à inadequação da aplicação das Boas Práticas de Fabricação e Manipulação.

Palavras-chave: Boas Práticas de Fabricação; condições higiênico-sanitárias; derivados lácteos.

INTRODUÇÃO

O queijo é considerado um dos produtos lácteos mais consumidos no Brasil, dados do Anuário Leite de 2020 evidenciam que os queijos se apresentam no segundo lugar dos derivados lácteos mais importados, com média por ano de 18,64 mil toneladas (1, 2). Segundo pesquisa da Embrapa Gado Leite/CILeite realizada no ano de 2020, foi observado que dos 5.105 avaliadores, 97% relataram consumir queijo (1). Dados semelhantes foram encontrados em outro estudo efetuado em 2021 *on-line* pela Tetra Pak, com 4.500 consumidores de nove países, entre eles o Brasil, verificou-se que 46% dos avaliadores salientaram a elevação do consumo de queijo, no qual 84% afirmam ingerir, principalmente, no café da manhã em suas residências, esse aumento foi explicado por acreditarem que o queijo é um alimento benéfico para a saúde, devido aos seus atributos nutricionais, como o elevado conteúdo de proteínas e cálcio (3).

A mudança no perfil dos consumidores por busca de hábitos de vida mais saudáveis que afetem menos os fatores ambientais, além de priorizar os costumes e memórias de suas regiões, devido à afetividade dos membros da família, estão correlacionadas ao aumento da produção de queijos artesanais no Brasil, principalmente na região Nordeste (2). Aproximadamente 50% ou mais da produção de leite de vaca no Nordeste é reservada para a fabricação de queijo coalho artesanal (4).

O queijo coalho artesanal é considerado um dos produtos de maior importância para o crescimento econômico no Nordeste brasileiro, pois é produzido e consumido em grande proporção pela comunidade local e por visitantes. Além disto, sua produção exige elevada concentração de leite além do envolvimento de vários produtores (de perfil de pequeno ou médio produtor), correspondendo assim como um importante recuso financeiro pela oportunidade de trabalho (4).

Segundo a Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001, que regulamenta a qualidade do queijo coalho, o mesmo é definido como “queijo que se obtém por coagulação do leite por meio do coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas e comercializado normalmente com até dez dias de fabricação” (5). Ainda de acordo com a Instrução, o queijo coalho deve se enquadrar nos requisitos microbiológicos que são determinados no Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Requisitos Microbiológicos de Queijos, na Portaria n 146/96, para queijo de médio a alto teor de umidade (5).

Embora o Brasil possua normas estabelecidas para a produção e qualidade microbiológica de queijo coalho, usando leite que deve passar por processo de pasteurização ou tratamento térmico apropriado, muitos fabricantes ainda utilizam o leite de vaca cru, aumentando o risco da contaminação por microrganismos patogênicos (6). Assim, segundo pesquisas, a ingestão de queijo coalho artesanal que são elaborados no Nordeste do Brasil encontra-se associada ao aumento da ocorrência de intoxicação alimentar, em decorrência da produção, manipulação e venda que ocorrem muitas vezes de maneira inapropriadas, tornando-se uma grande apreensão dos serviços sanitários

locais, visto aos malefícios que podem ocasionar a saúde, ao consumirem com condições higiênicas inadequadas (6).

Dessa forma, devido aos benefícios econômico da produção de queijo coalho artesanal na região Nordeste do Brasil, bem como sua riqueza cultural, é importante avaliar se o produto final atinge as características não apenas nutricionais, mas também higiênicas e microbiológicas esperadas pelos consumidores, portanto, levando em conta todos esses aspectos, a presente pesquisa teve por objetivo analisar na literatura científica a qualidade microbiológica do queijo coalho artesanal na região Nordeste do Brasil, e elaborar um infográfico fornecendo sugestões para que os produtores melhorem a segurança higiênico-sanitária de seu produto final, beneficiando os mesmos e principalmente os consumidores.

METODOLOGIA

O referido estudo foi obtido a partir de uma revisão integrativa da literatura, que é descrita por conter um mecanismo metodológico evidenciado em indícios, compreendendo abundantemente as revisões, viabilizando a adição de estudos de característica experimental e não experimental para elucidação total da temática examinada (7). A revisão integrativa é realizada seguindo seis estágios para garantir a qualidade da revisão, a saber: produção da pergunta de investigação; definição dos critérios de inclusão e exclusão; amostra (obtenção dos artigos); tipificação dos artigos escolhidos; análise e interpretação dos dados; compreensão dos resultados e exposição da revisão integrativa (8).

O estudo foi desenvolvido no mês de setembro de 2021, e para adquirir as publicações científicas utilizaram-se as seguintes bases eletrônicas: Portal de Periódicos CAPES, *ScienceDirect* e Google Acadêmico. Aplicaram-se os descritores em inglês com os referentes operadores nas bases de dados relatadas: "*coalho cheese*" OR "*artisanal cheese*" AND "*Brazilian Northeast*" OR "*northeast region*". Como critérios de inclusão consideraram-se: pesquisas sobre o conteúdo em pauta dos últimos 5 anos nas línguas inglesa, portuguesa e espanhola, que fossem disponibilizados *on-line*, de modo integral e gratuito. No que se refere aos critérios de exclusão usou-se os seguintes: publicações que não abordam o assunto proposto, duplicatas, livros, monografias, dissertações, anais de eventos e teses.

Posterior ao reconhecimento dos artigos conforme os critérios determinados sucedeu-se as consecutivas etapas: leitura cuidadosa dos títulos e resumos, desconsiderando os que não tratavam o conteúdo em questão e eliminação das publicações duplicadas nas bases de dados. As publicações elegíveis foram lidas na íntegra e analisadas segundo o instrumento para a obtenção dos dados, proporcionando estruturar os principais achados dos estudos. Depois dessa verificação os estudos foram incorporados na revisão (9).

A construção da diagramação infográfica com sugestões para os produtores de queijo artesanal para melhoria da qualidade higiênico-sanitária de seus produtos foi realizada por meio da plataforma de design gráfico *on-line*- Canva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados 164 artigos científicos considerados relevantes para o assunto tratado, destes, 157 não estavam em conformidade com os critérios estabelecidos no referido estudo, assim, ao final foram incluídas 7 publicações, sendo 5 na língua inglesa e 2 em português. As fases de seleção dos artigos estão destacadas na Figura 1. As publicações científicas incluídas nessa revisão estão sistematizadas na Tabela 1 segundo suas características mais relevantes.

Posteriormente são relatados os principais resultados das publicações selecionadas.

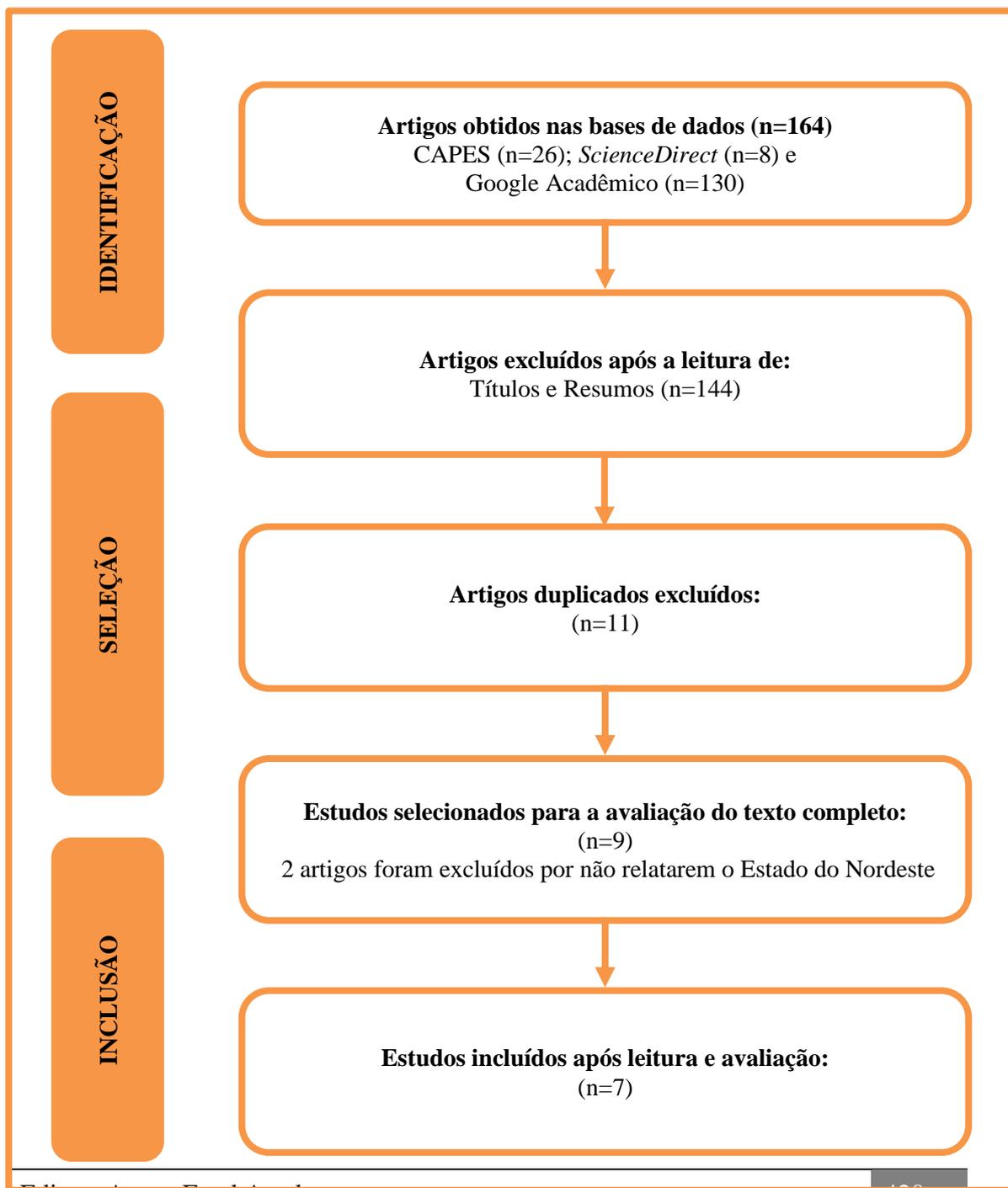


Figura 9 – Fluxograma das etapas de seleção dos artigos
 Fonte: Própria, 2021

Tabela 8 – Detalhamento dos estudos

CÓDIGO	Estado	Análises Microbiológicas	Referência
A1	Pernambuco	<i>S. aureus</i> portadores de genes <i>blaZ</i> , <i>mecA</i> e enterotoxina estafilocócica	Aragão et al. (2019)
A2	Bahia	Mesófilos, psicotrópicos, mofo, levedura, <i>S. aureus</i> , coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>	Deus et al. (2017)
A3	Rio Grande do Norte	<i>Mycobacterium spp.</i>	Medeiros et al. (2021)
A4	Piauí	<i>Brucella spp.</i>	Bezerra et al. (2019)
A5	Pernambuco	<i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>Paratuberculosis</i>	Albuquerque et al. (2019)
A6	Pernambuco	Coliformes totais, <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella spp.</i>	Santos et al. (2020)

A7	Paraíba	Coliformes totais, <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella</i> spp. e <i>Listeria monocytogene</i> .	Melo et al. (2021)
-----------	---------	---	--------------------

Fonte: Própria, 2021

No estudo A1, analisaram o predomínio de cepas de *Staphylococcus aureus* portadores de genes de resistência *blaZ* e *mecA* e genes de enterotoxina estafilocócica, em 30 amostras de queijo coalho artesanal de 11 municípios localizados em Pernambuco. Os resultados reportaram que das 158 colônias encontradas na pesquisa microbiológica, 34% (54) continham a presença de *S. aureus*, sendo 23 do gene *blaZ*, mas nenhuma do gene *mecA* e enterotoxina estafilocócica. Os autores ressaltaram que a existência de *S. aureus* no queijo torna-se uma aflição para a saúde das pessoas que o ingerem, devendo ser uma alerta aos serviços de vigilância-sanitária, para um maior controle das condições higiênicas na produção desses queijos (10).

Já no artigo A2, estudaram 60 amostras de queijos artesanais das praias da Ilha de Itaparica situadas na Bahia, determinando os seguintes microrganismos nos queijos crus e assados: mesófilos, psicotrópicos, mofo, levedura, *S. aureus*, coliformes totais e *Escherichia coli*. Os resultados evidenciaram a presença de 7,88 a 14,82 UFC/g para mesófilos, 2,80 a 3,84 UFC/g para psicotrópicos, 8,06 a 5,54 UFC/g para mofo e leveduras, 3,24 a 4,94 UFC/g para *S. aureus*, 4,48 a 7,18 UFC/g para coliformes totais e 2,96 a 5,75 UFC/g de *E. coli*. Dessa forma, os autores concluíram que essa elevada concentração de microrganismos patogênicos está associada a falta de qualidade higiênica, tornando os queijos analisados inapropriados para o consumo, havendo primordialidade da aplicação de Boas Práticas de Fabricação (BPF's) (11).

Na pesquisa de identificação A3, os autores analisaram a presença de *Mycobacterium* spp., em 50 amostras de queijo coalho artesanal, sendo 35 produzidos com leite cru e 15 com leite pasteurizado, todos comercializados no Rio Grande do Norte. Nos seus achados, averiguaram que em 4% das amostras provenientes do leite cru, foi identificado *Mycobacterium lehmanii* e *Mycobacterium rutilum*, sendo sugestivo de contaminante do ambiente. Assim, os autores ressaltaram também, a importância do cuidado nas etapas de produção dos queijos, dando atenção as BPF's para a produção dos alimentos (12).

No artigo A4 avaliaram por 14 dias, a existência de *Brucella* spp. em 30 amostras de queijo coalho artesanal do município de Parnaíba, Piauí. Os autores observaram que das 30 amostras, em 6 (correspondendo a 20%) houve confirmação da bactéria *Brucella* spp. Os autores concluíram também, da necessidade da aplicação das Boas Práticas nos serviços comerciais que produzem queijos artesanais, de modo a não comprometer a saúde humana (13).

O estudo A5 também analisou a presença da *Mycobacterium*, mais especificamente a *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*, que é responsável por ocasionar a doença Paratuberculose em ruminantes. Os autores pesquisaram 40 amostras

de queijo coalho do estado de Pernambuco, e observaram uma média de 195,9 UFC/g de queijo, com identificação mínima de 30,3 UFC/g e máxima de 324,2 UFC/g da *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (14).

Na pesquisa A6, analisaram a presença dos seguintes microrganismos: coliformes totais, *E. coli*, *Staphylococcus* e *Salmonella* sp. em 6 amostras de queijo coalho artesanal da feira livre do município de Garanhuns situado em Pernambuco. Obtiveram nos seus achados a detecção de coliformes totais para todas as amostras, de *E. coli* na amostra 4, de *Salmonella* sp. nas amostras 4 e 5 e de *Staphylococcus* nas amostras 2, 3 e 4, concluindo que as amostras não estavam de acordo com o estabelecido pela legislação (15).

No artigo A7, pesquisaram a presença de coliformes totais, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*, em 10 amostras de queijo coalho artesanal da feira do município de Campina Grande, na Paraíba, nos resultados observaram que 90% das amostras investigadas estavam acima do estabelecido pela legislação para coliformes totais, *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*, ressaltando também, mais uma vez da importância das Boas Práticas no processamento de queijo artesanal (15).

Diante dos resultados obtidos nas publicações citadas, fica nítido que a principal preocupação de todos os autores é em relação às condições higiênicas inadequadas da fabricação dos queijos artesanais, devido à falta da aplicação das Boas Práticas de Fabricação. Dessa forma, de modo a contribuir com os produtores e principalmente com a saúde dos consumidores, foi elaborado um infográfico (Figura 2) com sugestões para os produtores melhorarem a segurança higiênico-sanitária desse produto, com base nas recomendações do SEBRAE (16).

Boas Práticas para a produção de queijo artesanal na Região Nordeste do Brasil



MATÉRIA-PRIMA



Mantenha sempre limpo o local e materiais recipientes para ordenha do leite. Lembre-se de lavar as tetas da vaca também!

HIGIENE PESSOAL

Use uniforme limpo, botas, luvas, touca e máscara de proteção.
Higienize sempre suas botas e luvas, pode usar solução clorada.
Use máscara e touca descartáveis!
Não, espirre, cante ou fume quando estiver produzindo seu queijo.
Lave as mão sempre!



EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES



Faça a limpeza dos seus equipamentos e local de trabalho com detergente neutro, água potável, esponja, escovas e vassouras de cerdas duras, baldes e luvas de borracha.
A secagem pode ser feita com rodos e panos previamente higienizados.
Depois use solução de água com cloro (100 mL de cloro para cada dez litros de água) para fazer a sanitização!

ARMAZENAMENTO

Os queijos precisam ser acondicionados em local seco, bem higienizado e com condições de refrigeração adequadas.



TRANSPORTE



os queijos devem ser acondicionados em caixas de plástico limpas para serem transportados.

Figura 2 – Infográfico para melhorar a qualidade higiênico-sanitária dos queijos artesanais
Fonte: Própria, 2021

CONCLUSÕES

Levando em conta as informações alcançadas na referida revisão, foi possível constatar, que a falta de qualidade microbiológica do queijo coalho artesanal na região Nordeste está associada à inadequação da aplicação das Boas Práticas de Fabricação. Considera-se que a divulgação do infográfico organizado, irá contribuir para o desenvolvimento de atividades de produção adequadas dos queijos artesanais, guiando os manipuladores na aplicação das condições higiênicas-sanitárias propostas, influenciando dessa forma na qualidade final do queijo produzido. No entanto, é fundamental que novos estudos sejam realizados em todos os estados do Nordeste, para que seja possível averiguar a realidade de cada local, promovendo um alerta para os serviços sanitários locais, para que estes possam fiscalizar e ensinar os produtores, para uma adequada higiene na produção dos queijos artesanais, contribuindo dessa forma para a prevenção da saúde dos consumidores.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus Limoeiro do Norte*.

REFERÊNCIAS

1. Siqueira KB. O consumo de lácteos na pandemia. [Internet]. CILeite, 2020 [acesso em 7 set 2021]. Disponível em: <http://www.ideagri.com.br/posts/resultado-da-pesquisa-consumo-de-lacteos-na-pandemia>
2. Embrapa. **Anuário leite 2020: leite de vacas felizes** [Internet]. Embrapa, 2020 [acesso em 7 set 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1124722/anuario-leite-2020-leite-de-vacas-felizes>
3. Rural C. **Brasileiro aumentou o consumo de queijos durante a pandemia** [Internet]. Canal Rural, 2021 [acesso em 7 set 2021]. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/pecuaria/leite/brasileiro-aumentou-o-consumo-de-queijos-durante-a-pandemia-diz-pesquisa/>
4. Cavalcante JFM. Queijo coalho artesanal do Nordeste do Brasil. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil S.A., 2017. ISBN: 978-85-7791-255-1.
5. Brasil. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. Dispõe sobre Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de manteiga da terra ou manteiga de garrafa; queijo de coalho e queijo de manteiga. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 26 jul 2001.

6. Melo WG de, Felinto ACB, Bõ AS do, Marçal EJA, Oliveira IM de, Lima JA, et al. Análise da qualidade do queijo coalho vendidos em uma feira livre do município de Campina Grande-PB. **Res., Soc. Dev.** 2021; 10 (7):1–8.
7. Alves PHM, Leite-salgueiro CDB, Alexandre ACS, Oliveira GF de. Reflexões sobre o cuidado integral no contexto étnico-racial: uma revisão integrativa. *Ciênc. Saúde Colet.* 2020; 25(6): 2227-2236.
8. Gomez MS, Novaes APT, Silva JP da G, Luciane M, Possobon R de F. Baby-led weaning, an overview of the new approach to food introduction: integrative literature review. *Rev. Paul. Pediatr.* 2020; 38: 1-7.
9. Sousa LMM, Vieira CMAM, Severino SSP, Antunes AVA. Metodologia de revisão integrativa da literatura em enfermagem. *Rev. Invest. em Enfer.* 2017; 17:17-26.
10. Aragão BB, Trajano SC, Silva JG, Silva BP, Oliveira RP, Pinheiro Junior JW, et al. Short communication: high frequency of β -lactam-resistant *Staphylococcus aureus* in artisanal coalho cheese made from goat milk produced in northeastern brazil. **J Dairy Sci.** 2019; 102(8): 6923-6927.
11. Deus TB de, Barros LSS, Silva RM da, Lima WK da S, Lima D das V, Silva A dos S. *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in Curd Cheese Sold in the Northeastern Region of South America. **Inter. J Micro,** 2017;1-6.
12. Medeiros GB, Rodrigues OG, Bezerra Neto PS, Medeiros RS de; Sarti ECFB, Araújo FR de, et al. Detection of mycobacteria in coalho cheese sold in Northeastern Brazil. **Semina: Ciênc. Agrá.** 2021;439-446.
13. Bezerra SS, Kim P de CP, Santos FJ de S, Castro KN de C, Lira NSC, Mendes, ES. Detection of *Brucella* spp. in artisan cheese commercialized in Parnaíba, Piauí state, Brazil. **Med. Vet.** 2019;13(1):33-37.
14. Albuquerque PPF, Cezar RDS, Pinheiro Junior JW, Nascimento GG, Santos AS, Mota RA. Occurrence of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in coalho cheese in the State of Pernambuco, Brazil. **Arq. Bras. de Med. Vet. e Zootec.** 2019;71(6):1917-1921.
15. Santos NC, Almeida RLJ, Pereira T dos S, Silva VM de A, Ribeiro VH de A, Silva LRI da, et al. Perfil instrumental de textura e avaliação microbiológica de queijo coalho comercializado em feira livre. **Res., Soc. Dev.** 2020; 9(5):1-15.
16. Sebrae. Boas práticas de higiene na produção de queijo. [Internet]. SEBRAE, 2021 [acesso em 8 set 2021]. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/boas-praticas-de-higiene>

na-producao-de-queijo,ed38e5d5e77be410VgnVCM1000003b74010aRCRD

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-48>

Capítulo 48

ELABORAÇÃO DE KOMBUCHA ARTESANAL A BASE DE CHÁ VERDE E CAPIM-SANTO SABORIZADOS COM SUCO DE SERIGUELA: AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Cyntia Rodrigues da Silva Feitosa¹, Márcia Facundo Aragão²

¹Bacharela em Farmácia pelo Centro Universitário INTA- UNINTA – ; E-mail: cyntiarsfeitosa@gmail.com, ²Docente do Centro Universitário INTA– UNINTA – . E-mail: marciaaragao23@gmail.com.

Resumo: Kombucha é um chá fermentado e gaseificado de origem chinesa e possui sabor adocicado e ligeiramente ácido. É resultado da fermentação do chá verde ou preto açucarado, onde é adicionado uma cultura simbiótica de leveduras e bactérias que formam um biofilme denominado SCOBY. O presente trabalho teve como finalidade a realização do processo de fermentação para a elaboração de kombucha utilizando o chá verde e o chá de capim-santo como substrato, saborizados com suco de seriguela, monitorar o processo fermentativo pela análise de pH e avaliar as características físico-químicas da bebida como: análise de pH, compostos fenólicos, teor de antocianinas bem como a determinação da acidez. Foram testados dois tipos de extrato de plantas como substrato para a produção da kombucha: uma com chá verde (Amostra B) e outra com chá de capim-santo (Amostra A), separadamente. Ambas foram preparadas nas mesmas condições e quantidade de substrato. Após a preparação das kombuchas foram realizados testes químicos para determinação de açúcares redutores e não redutores, acidez, flavonoides e antocianinas. O teor de açúcares variou de 14,13% na Amostra A a 11,11% na Amostra B, na acidez obteve-se um teor de 9,27% na Amostra A e 8,35% na Amostra B. No que diz respeito aos flavonoides, as duas amostras obtiveram um valor de 0,02mg/100ml, e nas antocianinas, o teor variou de 0,006mg/100ml na Amostra A a 0,005mg/100ml na Amostra B. A variável acidez foi a única que apresentou divergência significativa entre as amostras. A kombucha é uma bebida saudável, de baixo teor de açúcares, moderada acidez e traços de flavonoides e antocianinas. Novos estudos podem ser realizados para identificar seus aspectos tais como: microbiota existente e com a fabricação de novos chás e frutas.

Palavras-chave: chá verde; chá de capim-santo; fermentação; kombucha; SCOBY

INTRODUÇÃO

Devido ao aumento na demanda por uma alimentação saudável, a indústria alimentícia reinventa e busca investir progressivamente em pesquisas para a

elaboração de novos produtos de consumo sadio. Tal acontecimento é reflexo da preocupação do consumidor atual em relação à promoção e manutenção da saúde. Em decorrência disso, a exponencial busca por uma alimentação mais saudável, os leva à escolha de produtos que contenham ingredientes que beneficiam a saúde e que possam ser inseridos em dietas diárias (1).

Análogo ao exposto, há uma bebida funcional que se encaixa nessas novas tendências salutares, a qual recebe o nome de kombucha (KB) e se insere no grupo de alimentos probióticos fermentados. Tal bebida vem sendo cada vez mais consumida globalmente, porém, ainda não muito difundida na rotina brasileira. A kombucha, é de origem asiática, é feita de forma tradicional pela infusão das folhas de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (chá verde ou preto), de forma que ensaios físico-químicos comprovam quão benéfica essa bebida é, pois, a sua alta composição de vitaminas, o seu grande poder desintoxicante, o predomínio de ações antioxidantes e a presença de antocianinas e de compostos fenólicos ratificam a potencialidade positiva da bebida. Outrossim, por ser uma bebida refrescante, gaseificada, agridoce e por ser servida gelada, a kombucha pode ser consumida como substituto dos afamados refrigerantes (2).

Além disso, as características funcionais da bebida kombucha são atribuídas também aos chás que são utilizados como base para fermentação. De modo geral, uma das bebidas mais consumidas globalmente é o chá e diversos estudos mostram que o seu prolongado uso acarreta uma série de benefícios ao corpo, pois além de reduzir exponencialmente o risco de doenças malignas, é uma fonte abundante de propriedades antioxidantes e de flavonoides (3).

De modo que, atemporalmente, o uso do chá verde (*Camellia sinesis*) acarreta diversos benefícios para a saúde e é considerado pelos chineses em sua medicina tradicional, como uma bebida salutar, pois os polifenóis, minerais e as vitaminas que o compõe atuam de forma positiva no organismo. Pesquisas científicas alegam que os componentes desse chá agem como efeitos anti-inflamatório e antidepressivo, controlam o peso corporal, aumentam a densidade mineral óssea e possuem atividade antimicrobiana. Ademais, outro chá bastante consumido mundialmente é o chá de capim-santo, o qual apresenta, analogamente diversas propriedades funcionais (4).

Diante disso, como alternativa para o chá base do kombucha é possível citar o capim-santo (*Cymbopogon citratus*), que tem origem asiática e foi trazido para o Brasil durante o período colonial, desde então, a utilização da infusão das folhas tornou-se popular em todo o País. De modo que, o capim-santo contém inúmeras ações terapêuticas comprovadas, entre elas a ação antimicrobiana e calmante, estudos demonstraram a satisfatória ação do chá no tratamento contra a hipertensão e o seu grande potencial analgésico. Dessa maneira, a planta de capim-santo mostrou-se ser bastante promissora para o substrato do Kombucha, pois é apontada por estudiosos como benéfica à saúde e livre de toxicidade (2).

Além do uso de chás, os quais são utilizados como substrato para fermentação também, podem ser utilizadas frutas com o intuito de adicionar valor nutricional à bebida. Pode ser citada como exemplo a seriguela (*Spondia purpurea* L.), que é uma fruta ácida comum nas regiões de clima semiárido e com um alto poder comercial, devido às suas características sensoriais agradáveis e pelo baixo valor aquisitivo.

Esta fruta elevado teor de antioxidantes, além de ser rica em compostos fitoquímicos, como os compostos fenólicos e carotenoides (5).

Diante dos fatos supracitados, a presente pesquisa propõe elaborar uma kombucha a base de chá verde e de capim-santo, saborizados com suco de seriguela e a avaliação das características físico químicas: análise de pH, quantificação de açúcares redutores e não redutores e determinação do teor de: antocianinas, flavonoides e acidez. Portanto, este estudo se justifica por propor elaborar uma bebida que irá agregar as propriedades funcionais atribuídas aos probióticos e aos chás, bem como os nutrientes presentes nos chás e na seriguela. Além disso, a bebida formulada poderá ser utilizada em substituição ao consumo de refrigerante, pois é uma bebida gaseificada que apresentará em sua composição química compostos bioativos, além de baixo teor de açúcares quando comparada ao refrigerante, portanto, uma bebida mais nutritiva e saudável que os refrigerantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais utilizados:

- Água destilada
- Sachês de chá verde e chá de capim-santo
- Seriguela
- Açúcar branco granulado
- SCOBY
- Balança
- Fogão
- Chapa
- Peneira de filtro de nylon
- Recipiente de vidro com bocal largo
- Liquidificador
- Papel toalha
- pHmetro
- Garrafa PET
- Béquer
- Balão volumétrico
- Erlenmeyer
- Solução Fehling A e B
- Bureta
- Hidróxido de sódio
- Papel de filtro seco
- Etanol-HCl
- Geladeira
- Espectrofotômetro
- Fenolftaleína
- NaOH

Métodos

Preparação dos chás: Os chás com volume final de 1000 mL cada, foram preparados com água potável levada à fervura, e, posteriormente foram adicionados 5 sachês, pesando 0,6g cada, obtidos no comércio varejista. O chá foi deixado em infusão durante 10 minutos, e adicionado em seguida o açúcar branco granulado, obtido em um supermercado. O açúcar foi adicionado na proporção de 10% (p/v). Após a dissolução do açúcar, o chá adoçado foi deixado a arrefecer, tapado, até atingir a temperatura ambiente (3).

Preparação do suco de seriguela: Para a preparação do suco de seriguela foi seguida a metodologia de Rezende (6), com algumas modificações. Os dois quilos de seriguelas foram higienizados com água clorada e colocadas em um recipiente com um litro de água filtrada, como mostrado na Figura 1. Os frutos foram aquecidos no fogão a ponto de ebulição por 5 minutos para inativar as enzimas e facilitar a extração de compostos fenólicos da casca. Em seguida, foram processados em um liquidificador. O suco obtido foi filtrado em uma peneira de filtro de nylon para um recipiente de vidro, resultando assim em um suco bem concentrado.



Figura 1 - Fruto da serigueleira sendo pesado (seriguela).

Preparação das kombuchas: Os chás verde e de capim-santo, os quais foram preparados, foram divididos em porções de 500 mL em recipientes de vidro fervidos com bocal largo, cerca de 10,5 cm de diâmetro e procedido à inoculação do chá com a respectiva cultura de kombucha também chamado de SCOBY, e uma porção de kombucha de chá verde já fermentada (cerca de 15 mL). Os recipientes foram fechados com papel toalha fixadas com elásticos (Figura 2). A fermentação ocorreu em local fechado ao abrigo da luz, até atingir pH ideal, entre 3,5 e 3,1, para se obter sabor e aroma avinagrado (3). O pH das kombuchas foram medidos com o auxílio de um phmetro portátil de marca Babyboomersbr devidamente calibrado conforme as especificações do manual de instruções do produto.



Figura 2- Recipientes de vidro contendo a cultura de SCOBY e chá de capim- santo e chá verde.

Após esse procedimento foi realizado uma segunda fermentação para carbonatar a kombucha e fazer a saborização com o suco de seriguela. Foram adicionados 200mL de suco de seriguela, à kombucha, em uma garrafa de politereftalato de etila (PET) devidamente higienizada e hermeticamente fechada (Figura 3) e mantido em temperatura ambiente por 5 dias (7).



Figura 3- Kombuchas de chá verde e capim santo saborizados com suco de seriguela.

Açúcares redutores em glicose: Foi aplicada a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (8) e aplicado na seguinte fórmula: $100 \times A \times a \div P \times V =$ glicídios redutores em glicose, por cento, m/m. Onde, A= nº de mL da solução de P g da amostra; a= nº de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling; P= massa da amostra em g; V= nº de mL da solução da amostra gasto na titulação.

Açúcares não redutores em sacarose: Foi aplicada a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (8) e aplicado na seguinte fórmula: $[100 \times A \times a \div P \times V - B] \times 0,95 =$ glicídios não redutores em sacarose, por cento, m/m. Onde, A= nº de mL da solução de P g da amostra; a= nº de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling; P= massa da amostra em g ou nº de g da amostra usado na inversão; V= nº de mL da solução da amostra

gasto na titulação; B= nº de g de glicose por cento obtido em glicídios redutores, em glicose.

Teor de flavonoides e antocianinas: Os flavonoides e as antocianinas foram determinados de acordo com a metodologia de Francis adaptada (9). Para o teor de flavonoide a leitura foi realizada em comprimento de onda de 374 nm e calculado de acordo com a equação: (fator de diluição x absorvância) ÷ (76,6) = mg de flavonoides/100mL. Para a determinação das antocianinas, a leitura foi realizada em comprimento de onda a 535 nm, e calculados através da equação: (fator de diluição x absorvância) ÷ (98,2) = mg de antocianinas/100mL.

Determinação da acidez: Foi aplicada a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (8) e aplicado na seguinte fórmula: $V \times f \times 100 \div P \times c =$ acidez em solução molar por cento v/m. Onde V= nº de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M gasto na titulação; f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M; P = nº de g da amostra usado na titulação; c = correção para solução de NaOH 1 M, 10 para solução NaOH 0,1 M e 100 para solução NaOH 0,01 M.

Análise estatística: Os resultados obtidos serão analisados utilizando o software SISVAR versão 5.6 gratuita(10) e a média comparada entre si pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de pH

Tabela 1 – Controle de pH da fermentação das kombuchas

Dia	Amostra A	Amostra B
	(Capim santo)	(Chá verde)
1º	6,0	6,3
2º	3,6	4,0
3º	3,4	3,8
4º	3,2	3,5

Segundo Chakravorty (11), a presença de acidez elevada tem relação direta com a produção de vários ácidos orgânicos durante o processo de fermentação, sendo os principais o ácido acético e o ácido glucônico. Além disso, com a formação destes ácidos, consequentemente há uma diminuição do pH. Motivo dos valores apresentados na tabela 1 terem iniciado com acidez elevada e ter diminuído ao longo da fermentação.

Açúcares Redutores e Não Redutores em Glicose

Como pode ser observado na Tabela 2, a Amostra A apresentou maior teor de Açúcares Redutores do que Açúcares Não Redutores. O mesmo se repete nas análises da Amostra B. Como pode ser observado não houve diferença estatística no teor de açúcares presentes nas amostras.

Tabela 2 – Teor de Açúcares Redutores, Não Redutores e Totais

nas amostras de kombuchas.

Amostras	Açúcares Redutores (AR)	Açúcares Não Redutores (ANR)	Açúcares Totais (AT)
A (Chá de Capim Santo)	9,50 ^a ± 1,24*	4,63 ^a ± 1,32*	14,13 ^a ± 2,48*
B (Chá Verde)	7,85 ^a ± 1,29*	3,26 ^a ± 2,09*	11,11 ^a ± 1,63*

Média com letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa $p < 0,05$. Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam haver diferença significativa para $p < 0,05$. * Desvio padrão da média.

A quantificação do teor de açúcares redutores indica que durante o processo fermentativo, as leveduras e bactérias acéticas, presentes no SCOBY, hidrolisaram os açúcares não redutores dos chás-bases, atuando na conversão dos mesmos em glicose e frutose. Desse modo, o conteúdo de açúcares totais corresponde aos açúcares redutores com os açúcares não redutores restantes (12).

A Amostra A apresentou um maior teor de açúcares totais, o que pode ter ocorrido pela ação do Chá de Capim Santo. Velicanski et al.(13), após analisar o efeito antioxidante e antimicrobiano de kombuchas a base de chás, identificaram que o Chá de Capim Santo apresenta uma maior ação antimicrobiana, o que afeta diretamente na fermentação da kombucha.

Lopes (14) ao analisar o teor de açúcar em kombuchas de chá verde e erva mate após 4 dias de fermentação reportou teores iguais a 11,35%, o pesquisador utilizou para a preparação dos chás o sachê, a mesma metodologia aplicada neste estudo e foi encontrado valores semelhantes ao apontado nesse estudo. No entanto, Buini et al.(15) em seus experimentos, encontraram um teor de açúcar em kombuchas de chá verde correspondente a 4,31%, valor divergente ao encontrado no presente estudo. Essa divergência pode ter acontecido por o pesquisador ter utilizado para a preparação dos chás, folhas, não sachê.

Outro estudo que apresentou valores divergentes fora o de Santos et al.(16), que apontou índices de açúcares redutores em kombuchas de chá verde de $2,27 \pm 0,02$ e de açúcares totais de $4,64 \pm 0,07$.

Acidez

Os resultados da acidez estão apresentados na Tabela 3 e como pode ser observado o teor de acidez diferiu estatisticamente entre as duas amostras.

Tabela 3 – Teor de Acidez total nas amostras de kombuchas

Amostras	Teor de Acidez
A (Chá de Capim Santo)	9,27 ^b ± 0,34*
B (Chá Verde)	8,45 ^a ± 0,08*

Média com letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa $p < 0,05$. Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam haver diferença significativa para $p < 0,05$. * Desvio padrão da média.

A diferença significativa entre as amostras pode ser explicada pelos compostos antimicrobianos do Chá Verde (Amostra B), que afetaram a fermentação. Naves et al. (17), afirmam que a contaminação bacteriana se associa ao aumento da formação do ácido lático, aumentando a acidez do meio. Desse modo, a presença de agentes antimicrobianos do Chá Verde, ao atuar na diminuição da contaminação bacteriana do meio, podem ter sido responsáveis pelo menor teor de acidez na Amostra B.

Os valores de acidez obtidos nesse estudo divergem da pesquisa realizada por Santos et al. (16), onde foram analisados o teor de acidez de kombuchas de capim cidreira. No referido estudo, o teor de acidez das kombuchas fora de $1,95\% \pm 0,021$, valor menor que o obtido nesta pesquisa.

Suhre(18) ao analisar o teor de acidez em kombuchas de seis marcas distintas comercializadas no Brasil, reportou índices de acidez que variaram de 1,2% a 5,82%, o que também diverge dos valores apontados neste estudo.

Esta variação apontada no presente estudo com a literatura pode ser explicada pela utilização do suco de seriguela. Segundo Suhre(18) a acidez das kombuchas é influenciada fortemente pela inserção de frutas e especiarias, haja vista que as mesmas possuem uma matriz altamente variável.

Flavonoides e Antocianinas

Os teores de flavonoides e antocianinas encontrados nas amostras de kombuchas estudadas estão apresentados na Tabela e, como pode ser observado não diferença significativa entre as amostras.

Amostras	Flavonoides (mg/100mL)	Antocianinas (mg/100mL)
A (Chá de Capim Santo)	0,02 ^a ± 0,003*	0,006 ^a ± 0,001*
B (Chá Verde)	0,02 ^a ± 0,002*	0,005 ^a ± 0,003*

Média com letras iguais na mesma coluna indicam não haver diferença significativa $p < 0,05$. Médias com letras diferentes na mesma coluna indicam haver diferença significativa para $p < 0,05$.

* Desvio padrão da média.

Resultados divergentes são encontrados em um estudo realizado por Santos et al.(16), que reportaram teor de flavonoides de 4,88 mg/100ml, 13,90mg/100ml e 5,54mg/100ml em kombuchas de hibisco, chá preto e chá verde respectivamente.

Essa diferença, no entanto, pode ser explicada por meio da influência da metodologia utilizada para a formação da kombucha e de fatores como o clima. Segundo Savi et al.(19), o teor de flavonoides é influenciado por fatores como altitude, poluição atmosférica, clima e radiação.

No que diz respeito às antocianinas, Falcão et al.(20) ressaltam em seu estudo que estas apresentam efeitos benéficos para a saúde e propriedades antioxidantes. No entanto, os valores obtidos na realização da Kombucha com Chá Verde e Chá de Capim Santo no presente estudo apresentaram apenas traços desses elementos.

Resultados semelhantes, todavia, foram encontrados em experimento de Santos et al. (16), no qual foram fabricadas kombuchas de chá verde e chá preto, apresentando após as análises físico-químicas, baixos índices de antocianinas em seu meio, corroborando os dados desta pesquisa.

De acordo com Rosa (21), as antocianinas e os polifenóis são sensíveis a processos envolvendo altas temperaturas, logo durante o processo de preparo do chá base pode ter ocorrido à degradação de alguns constituintes químicos.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que as Kombuchas são bebidas saudáveis que possuem um baixo teor de açúcar, moderada acidez e traços de antocianinas e flavonoides. Desse modo, o Chá Verde se mostra o melhor chá para a elaboração de Kombuchas, haja vista que a bebida feita com o mesmo possuiu menor teor de açúcares e acidez em comparação a de Capim Santo.

Salienta-se que a elaboração de Kombuchas caseiras necessita de maiores controles para se atingir as características químicas desejáveis. Torna-se necessário a realização novos estudos relacionados a fabricação das Kombuchas, tais como, a identificação da microbiota existente na bebida e a utilização de novas frutas e chás para sua fabricação.

REFERÊNCIAS

1. Lima-Filho DD, Arca ND, Quevedo-Silva F, Nunes PD, Chung PC, Corrêa RM. ESCOLHA DE ALIMENTOS: OS FATORES SAUDABILIDADE E BEM ESTAR E SENSORIEDADE E PRAZER. *Pensamento & Realidade* [Internet]. 2016 [citado 8 mar 2020];31(3):79-87. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/pensamento-realidade/article/view/26614>.
2. Jayabalan R, Malbaša RV, Lončar ES, Vitas JS, Sathishkumar M. A Review on Kombucha Tea-Microbiology, Composition, Fermentation, Beneficial Effects, Toxicity, and Tea Fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [Internet]. 21 jun 2014 [citado 8 mar 2020];13(4):538-50. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12073>.
3. Santos MJ. Kombucha: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração [Mestrado na Internet]. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa; 2016 [citado 9 mar 2020]. 119 p. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/19346/1/Santos_2016.pdf.
4. Bagheri R, Rashidlamir A, Ashtary-Larky D, Wong A, Alipour M, Motevalli MS, Chebbi A, Laher I, Zouhal H. Does green tea extract enhance the anti-inflammatory

- effects of exercise on fat loss? *British Journal of Clinical Pharmacology* [Internet]. 4 fev 2020 [citado 09 mar 2020];86(4):753-62. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/bcp.14176>.
5. Villa-Hernández JM, Mendoza-Cardoso G, Mendoza-Espinoza JA, Vela-Hinojosa C, Díaz de León-Sánchez F, Rivera-Cabrera F, Alia-Tejacal I, Pérez-Flores LJ. Antioxidant Capacity In Vitro and In Vivo of Various Ecotypes of Mexican Plum (*Spondias purpurea* L.). *Journal of Food Science* [Internet]. 9 out 2017 [citado 9 mar 2020];82(11):2576-82. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13862>.
 6. Rezende LC. Influência do processamento no teor de compostos fenólicos e na avaliação sensorial de geléia de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Vell. Berg) [publishedVersion na Internet]. [Minas Gerais]: Universidade Federal de Minas Gerais; 2011 [citado 11 mar 2020]. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/MAFB-8S5M5C>.
 7. Paludo N. Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate : processo artesanal e escala laboratorial [trabalho de conclusão de curso na Internet]. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande Sul; 2017 [citado 12 mar 2020]. 47 p. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/174899>.
 8. INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p. 99-100,454-455.
 9. FULEKI T, FRANCIS FJ. Quantitative Methods for Anthocyanins.. *Journal of Food Science* [Internet]. Jan 1968 [citado 15 abr 2020];33(1):72-7. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1968.tb00887.x>.
 10. FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 16 abr 2021], pp. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.
 11. Chakravorty S, Bhattacharya S, Chatzinotas A, Chakraborty W, Bhattacharya D, Gachhui R. Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *International Journal of Food Microbiology* [Internet]. Mar 2016 [citado 20 abr 2020];220:63-72. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.12.015>.
 12. Santos LD. Atividade antimicrobiana de probióticos comerciais frente à enterobactérias prejudiciais ao homem [trabalho de conclusão de curso na Internet]. Serra Talhada: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2018 [citado 31 maio 2020]. 61 p. Disponível em: <https://www.repository.ufrpe.br/handle/123456789/1248>.
 13. Velićanski AS, Cvetković DD, Tumbas Šaponjac VT, Vulić JJ. Antioxidant and Antibacterial Activity of the Beverage Obtained by Fermentation of Sweetened Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.) Tea with Symbiotic Consortium of Bacteria and Yeasts. *Food Technology and Biotechnology* [Internet]. 19 dez 2014 [citado 02 junh 2020];52(4):420-9. Disponível em: <https://doi.org/10.17113/ftb.52.04.14.3611>.

14. Lopes' DR. Obtenção e avaliação de extratos de erva mate (*ilex paraguariensis*) fermentados com a cultura simbiótica kombucha [dissertação de mestrado na Internet]. Rio Grande: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE; 2019 [citado 3 jun 2020]. 94 p. Disponível em: <https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/0000012959.pdf>
15. Bruini B, Bertolani JA, Berdusco JP, Trevizam CJ. Aspectos físico-químicos e microbiológicos no processo de fabricação da kombucha. *Revista Engenho*. 2019;11(1):48-67.
16. Santos YM, Mota MM, Santiago ÂM, Gouveia DS, Dantas RD, da Silva MJ. Desenvolvimento e caracterização de kombucha a base de diferentes chás e adoçados com açúcar demerara. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental* [Internet]. 2019 [citado 20 jun 2020];13(2):01-8. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/download/6553/6374&usg=AOvVaw0UKSW-DPKWtftDQR5w3VRV>.
17. Naves RF, Fernandes FD, Pinto OG, Naves PL. Contaminação microbiana nas etapas de processamento e sua influência no rendimento fermentativo em usina alcooleira. *Enciclopédia Biosfera* [Internet]. 2010 [citado 9 mar 2020];11(6):1-16. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/contaminacao%20microbiana.pdf>
18. Suhre T. Kombuchas produzidas e comercializadas no Brasil: características físico-químicas e composição microbiana [dissertação de pós-graduação na Internet]. Porto Alegre: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL; 2020 [citado 12 jul 2020]. 64 p. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/211888/001115269.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. Savi PD, Dos santos L, Gonçalves AM, Biesek S, De Lima CP. Análise de flavonoides totais presentes em algumas frutas e hortaliças convencionais e orgânicas mais consumidas na região sul do Brasil. *DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde* [Internet]. 4 mar 2017 [citado 14 jul 2020];12(1). Disponível em: <https://doi.org/10.12957/demetra.2017.22391>.
20. Falcão LD. Estabilidade de antocianinas extraídas de uvas Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) em solução tampão, bebida isotônica e iogurte [dissertação de mestrado na Internet]. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina; 2003 [citado 31 jul 2020]. 113 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86227>
21. Rosa ED. Características nutricionais e fitoquímicas em diferentes preparações e apresentações de *Hibiscus sabdariffa* L. (hibisco, vinagreira, rosela, quiabo-de-angola, caruru-da-guiné) - Malvaceae [dissertação de conclusão de curso na Internet]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande Sul; 2013 [citado 6 ago 2020]. 45 p. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/87222>.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-49>

Capítulo 49

ANÁLISE QUALITATIVA DO CARDÁPIO DE UMA ESCOLA DE EDUCAÇÃO INFANTIL NO INTERIOR DO CEARÁ

Maria de Fátima Costa Carneiro¹; Josicleia Vieira de Abreu²; Fernanda Tayla de Sousa Silva³

¹Bacharela em nutrição pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE; E-mail: fatimacosta.nutricionista@gmail.com, ² Docente/Ms em Educação Permanente em Saúde no Curso de Nutrição IFCE; E-mail: josicleia.abreu@ifce.edu.br, ³Bacharela em nutrição pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE; E-mail: tayliinhaf@gmail.com.

Resumo: A alimentação é um direito social, assim cabe ao poder público adotar ações para promover a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN). Dessa forma, objetivou-se avaliar qualitativamente os aspectos nutricionais e sensoriais das preparações de um cardápio oferecido às crianças da educação infantil. Trata-se de um estudo de natureza qualitativa, descritiva e transversal, realizado em uma escola. A análise do cardápio foi realizada através da Avaliação Qualitativa das Preparações do Cardápio Escolar. Em nenhum dos dias analisados foram ofertadas frutas in natura, saladas e alimentos integrais. Em 47% (n = 8) dos dias observados, houve o uso de tubérculos não amiláceos. A categoria de cereais, pães, massas e vegetais amiláceos correspondeu a 41% (n=7). Carnes e ovos apareceram em 59% (n= 10), leguminosas em 6% (n= 1) e leites e derivados 12% (n= 2). Preparações com açúcar adicionado e produtos com açúcar 12% (n= 2). Em nenhum dos dias avaliados foi verificada a presença de embutidos, produtos cárneos industrializados, enlatados, conservas, alimentos industrializados semiprontos ou prontos e bebidas com baixo valor nutricional. Alimentos concentrados em pó ou desidratados foram fornecidos em 41 % (n= 7). Cereais matinais, bolos e biscoitos em 24% (n= 4). Em 82% (n= 14) das preparações houve cor similar na mesma refeição. Encontrou-se elevada presença de alimentos flatulentos e de difícil digestão 47% (n= 8). Carnes gordurosas e frituras em 6 % (n= 1). Portanto, deve-se atentar ao planejamento e execução do cardápio a fim de ofertar uma alimentação adequada que atenda às necessidades dos escolares.

Palavras-chave: alimentação escolar; educação infantil; frutas

INTRODUÇÃO

A Constituição da República Federativa do Brasil (1), em seu Art.6º, inclui a alimentação como um direito social, assim cabe ao poder público adotar ações para promover a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN). Segundo a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (2) todos devem ter acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras

necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras da saúde, que respeitem a diversidade cultural, e que seja social, econômica e ambientalmente sustentável.

O Estado, como entidade executora tem a responsabilidade de garantir a efetivação desse direito social, e no ambiente escolar o nutricionista atua na elaboração do cardápio alimentar, visando garantir a segurança alimentar e nutricional. Sabe-se que a alimentação no ambiente escolar deve ser de qualidade e em quantidades suficientes para suprir as necessidades de macro e micronutrientes, a fim de proporcionar um melhor desenvolvimento cognitivo, motor e físico, contribuindo para uma maior facilidade na assimilação dos conhecimentos e aprendizado (3).

Diante desse contexto surge o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), coordenado pelo Ministério da Educação (MEC), visa contribuir para o crescimento, desenvolvimento biopsicossocial, a aprendizagem, o rendimento escolar e a formação de práticas alimentares saudáveis dos alunos, por meio de ações de educação alimentar e nutricional, exercendo um importante papel na promoção de uma alimentação adequada (4).

Atualmente a transição epidemiológica em curso na sociedade moderna reforça a necessidade de atuação do Estado na proteção da população, que se torna ainda mais vulnerável frente ao consumo de alimentos não saudáveis que contribuem para o surgimento e evolução das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) (5). As raízes de doenças crônicas em adultos, como a doença cardíaca, o câncer, o diabetes *mellitus* e a obesidade, com frequência tem sua base na infância (6).

Um documento importante criado pelo Ministério da Saúde é o Guia Alimentar para a População Brasileira (GAPB), do Ministério da Saúde, que retrata as mudanças nos padrões alimentares, onde as principais mudanças envolvem a substituição de alimentos *in natura* ou minimamente processados por produtos industrializados prontos para consumo, causando desequilíbrio nutricional e ingestão excessiva de calorias, contribuindo para a crescente prevalência de DCNT (7).

Estudos já comprovaram que os hábitos alimentares exercem um grande impacto no crescimento da obesidade e consequentemente das DCNT. Dados do Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA) (8), referente aos anos de 2013 e 2014, encontraram a prevalência de sobrepeso de 17,1%, obesidade de 8,4% e hipertensão de 9,6%.

Um importante instrumento que auxilia o nutricionista na elaboração de um cardápio de qualidade é a Avaliação Qualitativa das Preparações do Cardápio Escolar (AQPC Escola) proposta por Veiros e Martinelli 2012 (9), baseada nos princípios de recomendações da Estratégia Global para Alimentação, Atividade Física e Saúde (EG-OMS), Organização Mundial de Saúde (OMS), e o GAPB, assim como o PNAE. A ferramenta AQPC Escola é uma adaptação da Avaliação Qualitativa das Preparações do Cardápio (AQPC), por Veiros e Proença 2003 (10), comumente utilizado para avaliar cardápios em Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN). O AQPC Escola permite avaliar qualitativamente os aspectos nutricionais e sensoriais que compõem um cardápio escolar.

Com a prevalência crescente de sobrepeso em crianças, considerado um problema de saúde pública, busca-se estratégias que possam garantir a oferta de uma alimentação adequada quanto aos macros e micronutrientes importantes para seu crescimento e desenvolvimento, assim como a qualidade nutricional e sensorial da alimentação escolar.

Diante disso, é importante avaliar periodicamente os cardápios escolares para que as mudanças necessárias aconteçam, a fim de que os objetivos presentes na legislação sejam alcançados.

Nesse contexto, tendo em vista a importância de uma alimentação adequada na infância, o objetivo deste estudo foi avaliar qualitativamente os aspectos nutricionais e sensoriais das preparações de um cardápio oferecido a crianças em uma Escola de Educação Infantil no município de Limoeiro do Norte, Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de natureza qualitativa, descritiva e transversal, realizado em uma Escola Municipal de Educação Infantil, localizada no município de Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil. Foram analisados os cardápios ofertados a 156 crianças na faixa etária de 2 a 5 anos, no período matutino, nos dias úteis de segunda a sexta-feira, com exceção dos feriados, totalizando 17 dias.

A análise do cardápio foi realizada através da Avaliação Qualitativa das Preparações do Cardápio Escolar, derivada do método AQPC. Os itens para a avaliação foram distribuídos em duas categorias do ponto de vista nutricional: Alimentos recomendados, com as seguintes variáveis: Frutas in natura, saladas, vegetais não amiláceos, cereais, pães, massas e vegetais amiláceos, alimentos integrais, carnes e ovos, leguminosas e leite e derivados, e em Alimentos controlados: Preparações com açúcar adicionado e produtos com açúcar, embutidos ou produtos cárneos industrializados semiprontos ou prontos, enlatados e conservas, alimentos concentrados em pó ou desidratados, cereais matinais, bolos e biscoitos, alimentos flatulentos e de difícil digestão, bebidas com baixo teor nutricional, preparação com cor similar na mesma refeição, frituras, carnes gordurosas e molhos gordurosos.

Para a análise do cardápio, os dados do estudo foram tabulados em uma planilha do *Microsoft Excel 2016*, onde o cardápio foi avaliado a partir da ocorrência diária dos alimentos ou preparações segundo as categorias analisadas, em seguida foi contabilizada a frequência semanal de cada critério, e por fim calculou-se a frequência mensal.

Foram pontuados o número de vezes que cada item apareceu na semana (n) e o percentual (%) de acordo com o número de dias analisados. O instrumento AQPC - Escola determina que a presença de alimentos controlados não deveria exceder 20 % nos dias analisados e os alimentos recomendados deveriam ter um percentual elevado, sem um valor específico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escola em estudo oferta um cardápio mensal elaborado por um nutricionista, no qual contém refeições de segunda a sexta. As preparações podem ser melhor descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Cardápio escolar ofertado em uma Escola de Educação Infantil.

Semanas	Segunda -feira	Terça- feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta feira
Semana 1	Sopa de frango	Curau de milho	Cuscuz com frango	Curau de milho	Feriado

Semanas	Nº dias	Frutas in natura		Saladas		Vegetais não amiláceos		Cereais, pães, massas e vegetais amiláceos		Alimentos integrais		Carnes e ovos		Leguminosas		Leite e derivados	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Semana 1	4	0	0%	0	0%	2	50%	1	25%	0	0%	2	50%	0	0%	1	25%
Semana 2	4	0	0%	0	0%	3	75%	3	75%	0	0%	3	75%	0	0%	1	25%
Semana 3	5	0	0%	0	0%	1	20%	1	20%	0	0%	2	40%	0	0%	0	0%
Semana 4	4	0	0%	0	0%	2	50%	2	50%	0	0%	3	75%	1	25%	0	0%
Total mensal	17	0	0%	0	0%	8	47%	7	41%	0	0%	10	59%	1	6%	2	12%

Semana 2	Feriado	Sopa de frango	Macarronada	Arroz com carne de carneiro	Suco de caju com biscoito doce
Semana 3	Suco de caju com biscoito doce	Achocolatado com biscoito salgado tipo água e sal	Cuscuz com ovos	Risoto de Frango	Curau de milho
Semana 4	Achocolatado com biscoito salgado	Macarrão com Frango	Feijão com cuscuz e carne de Carneiro	Risoto de Frango	Feriado

Fonte: Autor

O método AQPC Escola possibilitou uma avaliação qualitativa do cardápio escolar em uma escola de educação infantil de acordo com os seguintes critérios: alimentos recomendados e alimentos controlados. Os alimentos recomendados necessitam estarem presentes em percentual elevado e os alimentos controlados em um percentual menor que 20%.

A distribuição da Análise Qualitativa das Preparações do Cardápio na categoria recomendados pode ser visualizada na tabela 2.

Tabela 2- Análise Qualitativa das Preparações do Cardápio – Categoria Recomendados

Fonte: Autor

Observando os resultados obtidos a partir da análise do cardápio, percebe-se que a oferta de frutas in natura e hortaliças não atendem as exigências da legislação, que preconiza a oferta de no mínimo, três porções de frutas e hortaliças por semana. Tais resultados demonstram inadequação quanto a esse quesito, de acordo com o preconizado pelo PNAE.

Em nenhum dos dias analisados foram ofertadas frutas in natura, resultado diferente do encontrado em um estudo que ao analisar qualitativamente os cardápios de creches públicas em São Paulo observou que as frutas estavam presentes em 97,6 % dos dias analisados (11).

O consumo de frutas e hortaliças é essencial para o desenvolvimento infantil por serem fontes de vitaminas, minerais e fibras, por isso a importância de variar o consumo desses grupos de alimentos, tornando a sua ausência na alimentação escolar um fato preocupante. “Uma oferta inadequada de frutas pode resultar em deficiência de vitaminas e micronutrientes necessários para a manutenção da saúde, como a deficiência de vitamina C (12).

Assim como, a oferta de frutas, as hortaliças presentes em saladas não foram verificadas em nenhum dia da pesquisa, diferentemente do resultado encontrado por um estudo realizado na grande São Paulo que avaliou qualitativamente cardápios oferecidos em Escolas de Educação Infantil, no período de quatro semanas, através do método AQPC Escola, em que a presença de hortaliças no cardápio ocorreu em todos os dias, com exceção de uma das cidades que apresentou 63% de ocorrência (13).

Em oito dias observados houve um percentual de 47% de tubérculos não amiláceos na preparação dos cardápios, onde o único alimento dessa categoria presente foi a cenoura, ressaltando a necessidade de uma maior variedade desse grupo de alimentos, como a inclusão de abóbora, abobrinha, berinjela, chuchu e beterraba.

A categoria de cereais, pães, massas e vegetais amiláceos corresponde a 41% de presença nos dias avaliados, estavam presentes alimentos como arroz e macarrão, porém houve a ausência de outros alimentos desse grupo como mandioca, batata, batata doce que representam uma importante fonte de energia.

Podemos observar no presente estudo a ausência de alimentos fontes de fibras como frutas, hortaliças e alimentos integrais. As fibras alimentares proporcionam um impacto positivo no controle de doenças crônicas, assim como controle da glicemia, concentrações de lipídeos e na prevenção da constipação intestinal (14).

Todas as preparações foram elaboradas com alimentos refinados, não apresentando alimentos integrais em nenhum dos dias analisados. Resultado similar foi encontrado em um estudo feito em Santa Catarina que avaliou cardápios escolares, no qual apenas 6% dos cardápios continham alimentos integrais como arroz integral, pães e biscoitos (15). Destaca-se a importância de incluir diariamente alimentos como cereais, tubérculos, raízes e dar preferência ao consumo de alimentos integrais e na sua forma mais natural, pois contribui com uma alimentação saudável na infância.

As carnes e ovos presentes em 59%, são consideradas boas fontes de proteína de alto valor biológico, sendo exemplos de carnes utilizadas nos cardápios, a carne bovina, carne de carneiro e frango. Em um estudo realizado em escolas do Rio de Janeiro (16) as carnes e ovos estiveram presentes em 100% dos dias observados.

O feijão, que se destaca pela sua relevância nutricional, sendo a principal fonte de proteínas de origem vegetal na alimentação dos brasileiros, foi o único alimento do grupo

das leguminosas utilizado nos cardápios, durante o período de análise, porém em apenas um dia, sendo necessário inserir mais vezes esse alimento no cardápio e procurar colocar outros alimentos desse grupo alimentar, como soja, ervilha e grão de bico. O feijão é considerado uma boa fonte de ferro, importante no combate a anemia ferropriva. Em um estudo realizado com crianças em uma escola municipal no município de Capitão, Rio Grande do Sul, demonstrou que as crianças que consumiam o feijão na dieta diária possuíam nível de hemoglobina normal (17).

Em relação ao consumo de leites e derivados, o leite integral foi utilizado no preparo de sopa de frango, em 12 % dos dias. Leites e derivados são as principais fontes de cálcio nos alimentos, apesar de verduras escuras como brócolis e couve também serem fontes, porém a quantidade e biodisponibilidade é bem menor (18).

O Ministério da Saúde elaborou um importante documento que pode ser utilizado pelos responsáveis das escolas são os Dez passos para a Promoção da Alimentação Saudável nas Escolas com o objetivo de propiciar adesão da comunidade escolar a hábitos alimentares saudáveis e na promoção da saúde, como desenvolver opções de alimentos e refeições saudáveis na escola. Existem vários alimentos considerados mais saudáveis que podem ser introduzidos na alimentação escolar: frutas in natura, salada de frutas, sucos naturais, vitaminas de frutas, preparações culinárias com verduras cozidas, bolos simples enriquecidos com vegetais ou frutas, além de preparações e alimentos regionais como tapioca, beiju, cuscuz, canjica, açaí, milho verde, biscoitos de polvilho, broas e etc (19).

Apesar do instrumento AQPC Escola não definir qual percentual é considerado elevado, pôde-se observar que entre as oito categorias de alimentos recomendados, apenas uma apresentou percentual maior que 50% em relação aos dias observados. Na tabela 3 encontram-se a distribuição AQPC na categoria de alimentos que devem ser controlados.

Tabela 3- Análise Qualitativa das Preparações do Cardápio – Categoria Controlados

Semanas	Nº dias	Preparações com açúcar adicionado e produtos com açúcar		Embutidos ou produtos cárneos industrializados		Alimentos industrializados prontos ou semiprontos		Enlatados e conservas		Alimentos concentrados em pó ou desidratados	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Semana 1	4	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	2	50%
Semana 2	4	1	25%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Semana 3	5	1	20%	0	0%	0	0%	0	0%	2	40%
Semana 4	4	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	3	75%
Total mensal	17	2	12%	0	0%	0	0%	0	0%	7	41%

Semanas	Nº dias	Cereais matinais, bolos e biscoitos	Alimentos flatulentos e de difícil digestão	Bebidas com baixo valor nutricional	Preparação com cor similar na mesma refeição	Frituras, carnes gordurosas e molhos gordurosos
---------	---------	-------------------------------------	---	-------------------------------------	--	---

		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Semana 1	4	0	0%	2	50%	0	0%	4	100%	0	0%
Semana 2	4	1	25%	3	75%	0	0%	2	50%	2	50%
Semana 3	5	2	40%	1	20%	0	0%	5	100%	1	20%
Semana 4	4	1	25%	2	50%	0	0%	3	75%	1	25%
Total mensal	17	4	24%	8	47%	0	0%	14	82%	1	6%

Fonte: Autor

As preparações com açúcar adicionado e produtos com açúcar foram encontradas em 12% dos dias avaliados, sendo exemplos os sucos de polpa de caju, estando dentro do limite de 20% indicado para os alimentos controlados.

A presença de embutidos, produtos cárneos industrializados, enlatados, conservas, alimentos industrializados semiprontos ou prontos e bebidas com baixo valor nutricional não foi verificada nos cardápios referentes aos dias avaliados, estão assim em conformidade com a legislação, ressaltando que a presença de enlatados, conservas, assim como alimentos industrializados semiprontos ou prontos estão relacionados a elevados teores de sódio na alimentação.

Os alimentos concentrados em pó ou desidratados foram fornecidos em 41%, sendo exemplos a mistura para o preparo de achocolatado em pó e mistura para preparo de curau. Não foi possível encontrar trabalhos na literatura que avaliaram através do AQPC Escola a presença em cardápios desses alimentos.

Durante quatro dias, em um percentual de 24% houve a presença de alimentos que devem ser controlados, pertencentes ao grupo de cereais matinais, bolos e biscoitos, onde dois dias foram ofertados biscoito salgado tipo água e sal e por dois dias foi ofertado biscoito doce. A presença desses alimentos torna-se preocupante por serem considerados ultra processados considerados danosos a saúde. O Guia Alimentar para a população Brasileira recomenda a substituição do consumo de alimentos ultra processados, que apresentam alto teor de sódio, açúcar e gordura, por alimentos in natura ou minimamente processados (7).

Estudo acerca do consumo alimentar de crianças menores de seis anos de idade em Pelotas, Rio Grande do Sul, revelou que em uma faixa etária precoce foi observado uma maior participação de alimentos ultra processados em detrimento do menor consumo de alimentos in natura e minimamente processados (20). Além dos malefícios ligados diretamente ao consumo de ultra processados, o consumo desses alimentos prejudica indiretamente a alimentação, interferindo na ingestão de alimentos benéficos a saúde (21).

Na fase pré-escolar, ocorre um ritmo de crescimento mais lento, e uma diminuição das necessidades nutricionais, logo, durante essa fase as crianças ingerem uma menor quantidade de alimentos por conta da diminuição de seu apetite, portanto a diversificação das formas de apresentação das preparações com o objetivo de despertar a curiosidade e o apetite das crianças é considerada uma estratégia necessária (22).

O cardápio analisado apresentou 82% de preparações com cor similar na mesma refeição, mostrando monotonia e falta de variedade, onde pôde-se observar a ausência de

frutas, legumes e verduras que além de nutritivos, conferem qualidade sensorial as preparações. Esse percentual elevado pode estar associado a modificações realizadas no dia do preparo devido à ausência de certos gêneros alimentícios. A monotonia de cores foi observada, sendo prevalentes a cor amarela e similares nas preparações, como por exemplo, servir suco de caju com biscoito doce, cuscuz com ovos e macarrão com frango. Os resultados encontrados nesta pesquisa são contrários aos observados em um estudo que avaliou qualitativamente cardápios ofertados em creches do Distrito Federal, onde o percentual de monotonia foi 13,3% (23). O primeiro contato que a criança tem com o alimento é o visual e que a uniformidade de cores diminui a atratividade do alimento (24).

No presente estudo foi possível perceber percentual de 47% quanto a presença de alimentos flatulentos e de difícil digestão, como o feijão e a cebola. Resultado semelhante foi encontrado em um estudo realizado em dois centros de educação infantil no estado do Paraná, onde foi encontrado um percentual de 70% (25).

Outro Critério avaliado foi a frequência de carnes gordurosas e frituras, o aspecto aparece em 6%. Durante a observação a fritura como técnica de cocção foi utilizada em um dia para o preparo de ovos e a baixa oferta dessa técnica é considerada positiva para a promoção da saúde. As carnes utilizadas foram a carne moída magra, carne de carneiro e na maioria dos dias o peito de frango, não se enquadrando como carnes gordurosas. De acordo com o método AQPC-Escola, carnes gordurosas são aquelas que a quantidade de gordura excede 50% do valor calórico total (9). Os resultados desta pesquisa diferem dos encontrados por Vieira et al 2015 (26), onde foram encontrados 33,3% de ocorrência de carnes gordurosas e frituras, ao avaliar o cardápio mensal de uma escola de educação infantil na cidade de São Paulo.

CONCLUSÕES

A escola tem um papel determinante na construção de hábitos alimentares saudáveis e no comportamento alimentar, principalmente na infância, fase em que há a formação de hábitos, aversões e preferências alimentares.

Ainda são poucas as pesquisas qualitativas que avaliam o cardápio da alimentação escolar na educação infantil. Por isso, ressalta-se a necessidade de mais estudos relacionados ao tema, visto a importância de uma alimentação adequada para o crescimento, desenvolvimento e aprendizagem das crianças.

Diante do exposto, conclui-se que os cardápios se mostraram inadequados quanto a presença de frutas in natura, alimentos integrais e apresentaram cardápios monótonos, o que pode tornar as preparações menos atrativas. O cardápio precisa ser revisado quanto a oferta de frutas, vegetais e aumentar a diversidade dos alimentos, visto que qualitativamente apresentam poucos alimentos nutritivos. Como fatores benéficos, podemos citar a ausência de alimentos embutidos, enlatados, conservas, carnes gordurosas e a baixa frequência de frituras.

Deve-se atentar ao planejamento e execução do cardápio a fim de ofertar uma alimentação adequada que atenda às necessidades das crianças. A avaliação da qualidade da alimentação escolar deve ser constante para corrigir as inadequações existentes, sem esquecer as intervenções de educação alimentar e nutricional, fundamentais para a adesão de novos hábitos alimentares.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Constituição, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal; 1988.
2. Brasil. Presidência da República, Subchefia para assuntos jurídicos. Lei nº 11.346 de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional - SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. [Internet]. Brasília, DF; 2006. [Acesso em 2018 out.4]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11346.htm
3. Vitolo MR. Nutrição: da gestação ao envelhecimento. 2º edição. Rio de Janeiro: Rúbio;2008.
4. Brasil. Ministério da Educação. Resolução CD/FNDE nº 26 de 17 de junho de 2013. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar dos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF;2013.
5. Rosanelli CF, Spinelli SMC, Cunha TR. Bioética e infância: a alimentação como referência a atenção a saúde. Rev.Iberoamericana de Bioética. 2016; n°2: 1-10.
6. Mahan, L. K.; ESCOTT-STRUMP, S. Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia.13. ed. Rio de Janeiro: editora Elsevier, 2012.
7. BRASIL. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
8. Bloch KV, Klein CH, Szklo M, Kuschnir MCC, Abreu GA, Barufaldi LA, et al. ERICA: prevalências de hipertensão arterial e obesidade em adolescentes brasileiros. Rev. Saúde Pública.2016; n° 50:1-13.
9. Veiros MB, Martinelli SS. Avaliação Qualitativa das Preparações do Cardápio Escolar – AQPC Escola. Nutri Pauta.2012.20(114).3-12.
10. Veiros MB, Proença RPDC. Avaliação Qualitativa das Preparações do Cardápio em uma Unidade de Alimentação e Nutrição – Método AQPC.Nutri Pauta.2003;11(62).
11. Longo-Silva G, Toloni M, Rodrigues S, Rocha A, Taddei JAAC. Avaliação Qualitativa do Cardápio e Desperdício de Alimentos em Creches Públicas do município de São Paulo.Rev. Nutr.2013.26(2):135-144.
12. Silva RSC, Passos TU. Adequação dos cardápios da alimentação escolar segundo a pirâmide alimentar infantil. Health Biol. Sci.2018.6(13):273-278.

13. Boaventura et al. Avaliação qualitativa de cardápios oferecidos em escolas de educação infantil da grande São Paulo. *Demetra*.2011;8(3).397-409.
14. Ygnatios NTM, Lima NN, Pena GG. Avaliação qualitativa das preparações do cardápio de uma escola privada em um município do interior de Minas Gerais. *Ver. Assoc. Bras. Nutr.*2017.8(1).82-89.
15. Vidal GM, Veiros MB, Sousa AA. Cardápios escolares em Santa Catarina: avaliação perante a regulamentação do Programa Nacional de Alimentação Escolar. *Rev. Nutr.*2015;28(3). 277-287.
16. Silva MX, Martins ML, Pierucci APTR, Pedrosa C, Rocha. Análise qualitativa de ementas em escolas do Rio de Janeiro. *Acta Port. Nutr.* 2016.6-12.
17. Schrer F, Benediezi VL. Perfil nutricional e prevalência de anemia ferropriva em crianças. *Cons Saúde.* 2011; 10:3.433-440.
18. Guimarães LC, Vieira NL. *Nutrição: da gestação a infância.* 2ºed. Editora JRG; 2018.
19. BRASIL. Ministério da Saúde. *Dez passos para a promoção da Alimentação Saudável nas Escolas.* Brasília: Ministério da Saúde, 2008.
20. Karnopp EV et al. Food Consumption of children younger than 6 years according to the digere of food processing. *J Pediatr.*2017;93:1.70-78.
Canella DS et al. Consumo de hortaliças e sua relação com os alimentos ultra processados no Brasil. *Rev Saúde Pública.*2018;52:50.1-11.
21. Canella DS et al. Consumo de hortaliças e sua relação com os alimentos ultra processados no Brasil. *Rev Saúde Pública.*2018;52:50.1-11.
22. Silveira MGG. *Alimentação do pré-escolar e escolar: Sugestões para a merenda escolar, dicas para o preparo da lancheira, prevenção da obesidade.* Editora Vozes;2017.
23. Costa SEP, Mendonça, KAN. Avaliação qualitativa de cardápios oferecidos para pré-escolares de creches do Distrito Federal. *Ciências da Saúde.*2012.10(1).33-40.
24. Menegazzo M, Fracalossi K, Fernandes AC, Medeiros NI. Avaliação Qualitativa das Preparações do Cardápios de Centros de Educação Infantil. *Rev. Nutr.*2011;2(24):243-251.
25. Cano DS. Análise comparativa da qualidade nutricional das preparações dos cardápios dos centros de educação infantil em dois municípios do estado do Paraná [Monografia]. Foz do Iguaçu: Universidade Federal da Integração Latino Americana;2016.

26. Vieira MCH, Silva GF, Navarro GSP, Mendonça AIF, Spinelli MGN, Matias AG. Análise da oferta alimentar em refeições de uma pré-escola da cidade de São Paulo. Rev. Univasp. 2015;21(37).89-98.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-50>

Capítulo 50

SUCO DE MAÇÃ Prensado a Frio Bioconservado como Base para Bebidas Vegetais: Vida Útil e Percepção Sensorial

Cristina Barbosa Pereira¹; Paulo Cezar da Cunha Júnior¹; Mariá Toledo de Carvalho Silva¹;
Inayara Beatriz Araújo Martins¹; Elisa Helena da Rocha Ferreira²

¹Estudante do Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos-PPGCTA– UFRRJ; E-mail:cristinabp02@gmail.com, ²Docente do Depto de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFRRJ. E-mail: elisarocha@ufrj.br

Resumo: A produção de sucos prensados a frio tem crescido continuamente. Seu processamento não inclui o uso do calor ou aditivos químicos como método de conservação, resultando em produtos com melhores características nutricionais e sensoriais, mas vida útil curta. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou estender a vida útil de bebidas de vegetais prensados a frio utilizando suco de maçã bioconservado por *Lactocaseibacillus casei* como base. As bebidas foram avaliadas quanto à: vida útil do produto; viabilidade do microrganismo durante o armazenamento; aceitação e percepção do consumidor em relação as características sensoriais do produto. Quatro *blends* (Purificante, Energizante, Fortificante e Revigorante) produzidas com diferentes vegetais foram adicionadas de suco de maçã prensado a frio bioconservado. As quatro formulações foram mantidas sob 8 °C e avaliadas durante o seu armazenamento (0, 7 e 15 dias). Todas as amostras apresentaram segurança microbiológica para o consumo, além de células viáveis de *Lactocaseibacillus casei* durante os 15 dias de armazenamento. Os *blends* Fortificante e Energizante demonstraram ser as melhores matrizes para o desenvolvimento de *Lactocaseibacillus casei*. De acordo com aceitação, o *blend* Purificante obteve as maiores médias. Através do teste Check-All-That-Apply o *blend* Revigorante foi caracterizado como mais doce e com mais sabor de fermentado, enquanto Fortificante e Energizante como os mais amargos. A utilização do suco de maçã prensado a frio bioconservado por *Lactocaseibacillus casei* como base para bebidas vegetais se mostrou uma estratégia viável, pois a vida útil do produto foi estendida para 15 dias durante o armazenamento refrigerado.

Palavras-chave: bioconservação; Check-All-That-Apply; *Lactocaseibacillus casei*; probióticos

INTRODUÇÃO

A fim de satisfazer as necessidades dos consumidores que têm buscado cada vez mais alimentos naturais, de melhor valor nutricional e com pouca ou nenhuma adição de

conservantes químicos, a produção de sucos *premium* prensados a frio cresceu rapidamente em todo o mundo (1). De forma generalizada, a popularidade dos sucos *premium* prensados a frio se deu pela sua conveniência e pelas alegações positivas à saúde que foram atribuídas ao produto (2).

Os sucos prensados a frio não apresentam adição de aditivos ou processamento térmico, apresentando vida útil curta e limitação em sua comercialização. O crescimento constante da indústria de sucos prensados a frio em mercados regionais ou nacionais tem exigido maior rendimento, maior estabilidade após prensagem e prolongamento do prazo de validade do produto (3).

Tradicionalmente a pasteurização tem sido utilizada como principal método de conservação na fabricação de sucos devido à sua alta praticidade e o baixo custo, porém, apesar de apresentar eficácia na inativação de microrganismos, esse método costuma impactar negativamente em relação a aspectos sensoriais e nutricionais (4). Dessa forma, as indústrias de alimentos e os pesquisadores vem buscando novas alternativas aos métodos de conservação tradicionais que atendam a necessidade do consumidor por produtos mais naturais e frescos (5,6,7). Tecnologias não térmicas como processamento por alta pressão (HPP) e luz ultravioleta-C (UV-C) vêm sendo utilizadas na conservação de sucos de frutas, porém, limitações como alto investimento e grande variabilidade na eficácia do processo dificultam a utilização dessas tecnologias em escala industrial (3,8,9,10). Sendo assim, a bioconservação surge como opção promissora, originando produtos frescos, minimamente processados, com vida útil estendida e seguro do ponto de vista microbiológico, eliminando patógenos de origem alimentar (10,11,12).

A bioconservação utiliza microrganismos e/ ou seus compostos antimicrobianos com o objetivo de melhorar a segurança dos alimentos e estender sua vida útil (13). O gênero *Lactobacillus* tem seu uso destacado no processamento de alimentos, pois apresentam resistência ao pH baixo, se adaptam a diversos substratos alimentares e possuem atuação probiótica, gerando benefícios à saúde do consumidor (14,15). Cepas da espécie *Lacticaseibacillus casei* tem sido bastante utilizada em sucos de frutas, produzindo bebidas bioconservadas e funcionais (16,17). No entanto, é de grande importância a seleção adequada do microrganismo a ser utilizado como agente bioconservador, pois o processo pode alterar o perfil sensorial do produto realçando o amargor, acidez e adstringência (18). Tais alterações podem ter grande influência na aceitação do consumidor, gerando grande impacto comercial. Assim, se faz necessário estudos sensoriais aprofundados do produto.

Grande variedade da produção dos sucos prensados a frio presentes no mercado são oriundos da mistura de vários vegetais. Esses *blends* apresentam grandes vantagens, como a possibilidade de combinar aromas, sabores, componentes nutricionais e sustentabilidade, além de ser uma estratégia viável à disposição da indústria para a produção de bebidas exclusivas e com suas características nutricionais e sensoriais potencializadas de acordo com os diferentes vegetais escolhidos, agregando valor de mercado ao produto (19,20,21). Muitos desses *blends* incluem o suco de maçã como base para essas bebidas, pois o suco de maçã tem grande popularidade e tem sido um ingrediente comumente utilizado pela indústria de sucos para substituir os adoçantes artificiais e o açúcar, proporcionando um gosto adocicado e reduzindo o total de calorias da bebida (22). Além disso, tem sido demonstrado como uma boa matriz para o desenvolvimento e viabilidade de diferentes espécies de *Lactobacillus* (23), que pode ser

ainda melhorada quando misturada a outros vegetais aumentando a viabilidade de microrganismos probióticos e a aceitação sensorial do produto (24).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar a aplicação do suco de maçã prensado a frio bioconservado por *Lactocaseibacillus casei* como base para produção de *blends* de vegetais prensados a frio, quanto ao aumento da sua vida útil, viabilidade do microrganismo durante o armazenamento e aceitação e percepção do consumidor em relação aos ingredientes e as características sensoriais do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Produção dos *blends*

O suco de maçã e os *blends* de vegetais prensados a frio foram obtidos de uma empresa situada em São Paulo, Brasil. O suco de maçã passou pelo processo de bioconservação através da introdução de cepas do tipo *Lactocaseibacillus casei* BGP93 (Lyofast BGP 93®), obtidas de forma liofilizadas. As cepas foram inoculadas (10^6 UFC/ml) ao suco de maçã e permaneceram por 6 horas a uma temperatura de 37 °C. Após esse processo, o suco de maçã bioconservado foi adicionado aos *blends* concentrados de acordo com cada formulação como descrito no quadro 1.

Quadro 1. Lista de ingredientes e percentual da concentração utilizada para elaboração dos *blends*

<i>blends</i>	Ingredientes	<i>blend</i> concentrado (%)	Suco de maçã bioconservado (%)
Fortificante	pepino, couve, gengibre e limão	46	54
Purificante	abacaxi, água de coco, limão, gengibre e hortelã	59	41
Revigorante	água de coco, salsão, limão, gengibre e ginseng	22	78
Energizante	chá de capim santo, couve, alface, água de coco, limão e gengibre	42	58

Fonte: Própria autoria, 2020

Análises Microbiológicas

Após a mistura dos *blends* de vegetais com o suco de maçã bioconservado, a bebida foi armazenada em garrafas PET de 200ml, fechadas hermeticamente e armazenadas sob refrigeração por um período de 15 dias a 8 °C. Para determinação da vida útil do produto as análises foram realizadas com base nos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação em vigor no período de realização do estudo (25): 1) enumeração de coliformes termotolerantes (45 °C) realizado em placas petrifilmes 3M (3M™ Petrifilm™). 2) Ausência de *Salmonella* sp em 25ml de suco (26). Além da vida útil do produto também foram realizados estudos para avaliar a viabilidade do

Lacticaseibacillus casei durante a vida útil do produto e avaliações sensoriais, como descrito abaixo:

Viabilidade do *Lacticaseibacillus casei* durante o armazenamento refrigerado.

Para monitorar a viabilidade do *Lacticaseibacillus casei* BGP93 durante o armazenamento, foram coletadas amostras das bebidas de vegetais bioconservadas para plaqueamento. As contagens foram realizadas em 0, 7 e 15 dias de armazenamento sob 8 °C. As amostras foram diluídas de forma seriada em água de peptonada estéril e cultivadas em ágar MRS utilizando uma adaptação da técnica de microgota (27). As placas foram incubadas a 37 °C durante 72 horas e os resultados foram expressos como log UFC / mL.

Avaliação Sensorial dos *blends* de vegetais bioconservados.

Para avaliar o grau de aceitação geral ao produto foi aplicado escala hedônica de 9 pontos, variando de 1- Desgostei extremamente a 9- Gostei extremamente. O teste Check-All-That-Apply (CATA) também foi realizado a fim de investigar a percepção dos consumidores em relação aos ingredientes e as características sensoriais do produto (28,29). Para tal, estudo preliminar foi realizado com quinze consumidores (os quinze consumidores foram só para o levantamento de atributos, mas o estudo foi feito com 88 consumidores) de sucos que identificaram quinze atributos (abacaxi, amargo, aroma de fermentado, aroma forte de erva, cítrico, couve, gengibre, gosto doce, gosto muito doce, gosto pouco doce, hortelã, refrescante, sabor ácido, sabor de fermentado, sabor picante), para descrever as bebidas. Em seguida, oitenta e oito avaliadores foram recrutados na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, entre estudantes e funcionários, homens e mulheres, com idade entre 19 e 52 anos. Os participantes foram primeiramente orientados a avaliar as amostras de acordo com o grau de aceitação global e em seguida marcaram com um “x” os atributos percebidos para cada amostra avaliada. Os *blends* bioconservados foram preparados em diferentes momentos para que todos os produtos com diferentes tempos de armazenamento (0, 7 e 15 dias) fossem avaliados no mesmo dia. Todas as amostras foram oferecidas à 7 ± 2 °C em copo descartável de 50 ml, codificados com números de três dígitos aleatórios. A ordem de apresentação das amostras foi balanceada (30) totalizando 12 amostras e a ordem de apresentação dos termos foi equilibrada entre os consumidores. Água em temperatura ambiente e biscoitos de água e sal foram fornecidos para limpar o paladar entre as amostras. Os participantes foram convidados a ler e assinar o Termo de consentimento livre e esclarecido antes de realizar o teste, a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNIRIO (Plataforma Brasil, CAAEE 31405719.1.0000.5285). As codificações numéricas experimentais estão apresentadas no Tabela 1.

Tabela 1
Códigos das amostras (*blends*) e respectivos tratamentos

Código	Amostra	Tempo (dias)
ENER T0	Energizante	0
ENER T7	Energizante	7
ENER T15	Energizante	15
PURI T0	Purificante	0

PURI T7	Purificante	7
PURI T15	Purificante	15
FORT T0	Fortificante	0
FORT T7	Fortificante	7
FORT T15	Fortificante	15
REV T0	Revigorante	0
REV T7	Revigorante	7
REV T15	Revigorante	15

Fonte: Própria autoria, 2020

Análises estatísticas dos dados

A análise de variância (ANOVA) foi utilizada nos dados do teste de aceitação e microbiológicos, com posterior comparação pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), usando o software *STASTICA*® versão 10 para Windows. Para identificação das características sensoriais obtidas através do questionário CATA, a frequência com que cada termo foi citado pelos avaliadores para cada amostra, foi calculada. O teste Q de Cochran foi realizado para avaliar se havia diferenças significativas entre as amostras quanto à frequência de uso de cada termo. Análise de Correspondência (AC) também foi aplicada para caracterização de cada amostra através de uma representação bidimensional de acordo com a frequência do uso de cada termo (31). Ambos os testes foram realizados em linguagem R (32).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das análises microbiológicas, não foram observadas colônias microbianas de coliformes termotolerantes nas placas petrifilmes nos diferentes *blends* utilizando como base o suco de maçã prensado a frio bioconservado por *L. casei* durante os 15 dias de armazenamento refrigerado (8 °C), assim como, ausência de *Salmonella sp.* em 25 mL do suco. O que representa um grande ganho de vida útil para o produto, já que a maioria das empresas comercializadoras de sucos prensados a frio, garantem a vida útil do produto somente de 3 a 5 dias sob o armazenamento refrigerado. A contagem de células viáveis de *L. casei* nas 12 amostras foi avaliada durante os 15 dias de armazenamento refrigerado (Figura 1). Os *blends* Fortificante e Energizante demonstraram ser as melhores matrizes para viabilidade e desenvolvimento de *L. casei*, já que ao final da vida útil do produto apresentaram as maiores concentrações do microrganismo (7,9 log UFC /ml e 5,8 log UFC/ml respectivamente). Este resultado pode estar associado a presença de couve, ingrediente comum nas duas formulações que representa uma boa matriz para espécies de *Lactobacillus*, atuando como prebiótico (33). Além disso, mesmo em quantidades menores a viabilidade do *Lacticaseibacillus casei* por toda a vida útil dos *blends* demonstra que o produto pode ser uma grande opção aos produtos lácteos probióticos, já que atualmente ocupam grande parte do mercado, excluindo consumidores como veganos, vegetarianos, alérgicos, intolerantes ou com algum outro tipo de restrição aos alimentos de origem animal, e que hoje, não possuem no mercado muitas opções de produtos probióticos disponíveis.

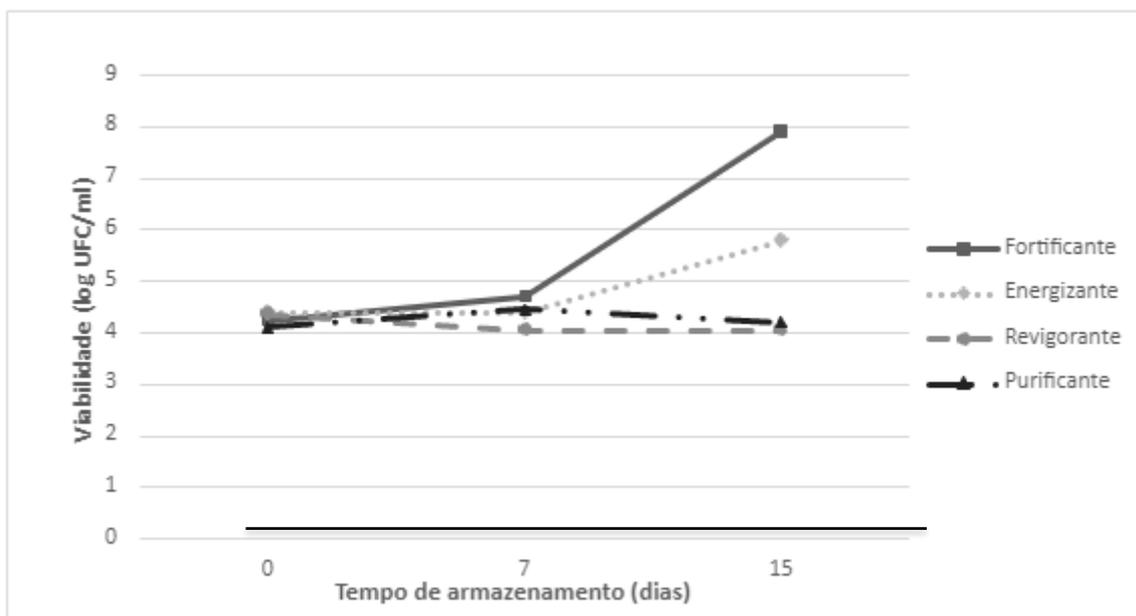


Figura 1. Contagem de bactérias viáveis de *Lactocaseibacillus casei* nos diferentes blends durante o armazenamento refrigerado.

Quanto à aceitação dos *blends* foi possível observar na Tabela 2 que o sabor Purificante obteve as maiores médias de aceitação, enquanto os outros sabores obtiveram média abaixo de 5, evidenciando que os consumidores desgostaram do produto, o que pode estar associado ao fato dos consumidores recrutados não serem consumidores específicos para produto avaliado, já que os *blends* apresentavam sabores bem acentuados e característicos de frutas e vegetais nem sempre usuais. De forma geral, com exceção do *blend* Revigorante o tempo de armazenamento não influenciou a aceitação do produto já que não houve variação significativa ($p < 0,05$) entre as amostras armazenadas nos diferentes tempos.

Tabela 2

Valores obtidos no teste de aceitação dos *blends*

Blend	Tempo de armazenamento (dias)*		
	0	7	15
Purificante	7,0 ± 1,96 ^a	7,0 ± 2,05 ^a	6,2 ± 2,18 ^{ab}
Revigorante	5,7 ± 2,35 ^b	5,6 ± 2,05 ^{bc}	4,7 ± 2,30 ^{cd}
Fortificante	4,4 ± 2,35 ^d	4,1 ± 1,92 ^d	3,9 ± 2,05 ^d
Energizante	4,6 ± 2,28 ^d	3,9 ± 2,16 ^d	3,7 ± 2,22 ^d

*Os valores apresentados são médias ± desvios padrão. Os valores médios com diferentes letras sobrescritas são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

De acordo com o teste Q de Cochran, houve diferença ($p < 0,05$) entre todos os 15 termos utilizados no questionário CATA, sugerindo que esta técnica permitiu detectar diferenças na percepção das características sensoriais das amostras pelos consumidores e também identificar características que podem ter impactado a aceitação geral do produto. Como mostrado na Figura 2, as duas primeiras dimensões da análise de correspondência explicaram 87,35% dos dados experimentais. As amostras REV T0, REV T7 e REV T15 foram associadas às características como “gosto doce”, “gosto muito doce”, “sabor de

fermentado” e inversamente associado aos descritores “amargo”, “couve”, e “gosto pouco doce”. As amostras FORT T0, FORT T7, FORT T15 foram descritas com “gosto pouco doce”, “couve” e inversamente associadas ao “sabor de fermentado”. ENERT T0, ENERT T7 e ENERT T15, foram fortemente associados aos descritores “couve”, “amargo”, “aroma forte de erva” e “gosto pouco doce”. As amostras PURI T0, PURI T7, PURI T15, foram associadas às características como “abacaxi”, “refrescante”, “cítrico”, “sabor ácido” e “hortelã”, características essas mais comuns em sucos de frutas que podem ter favorecido as melhores médias recebidas no teste de aceitação.

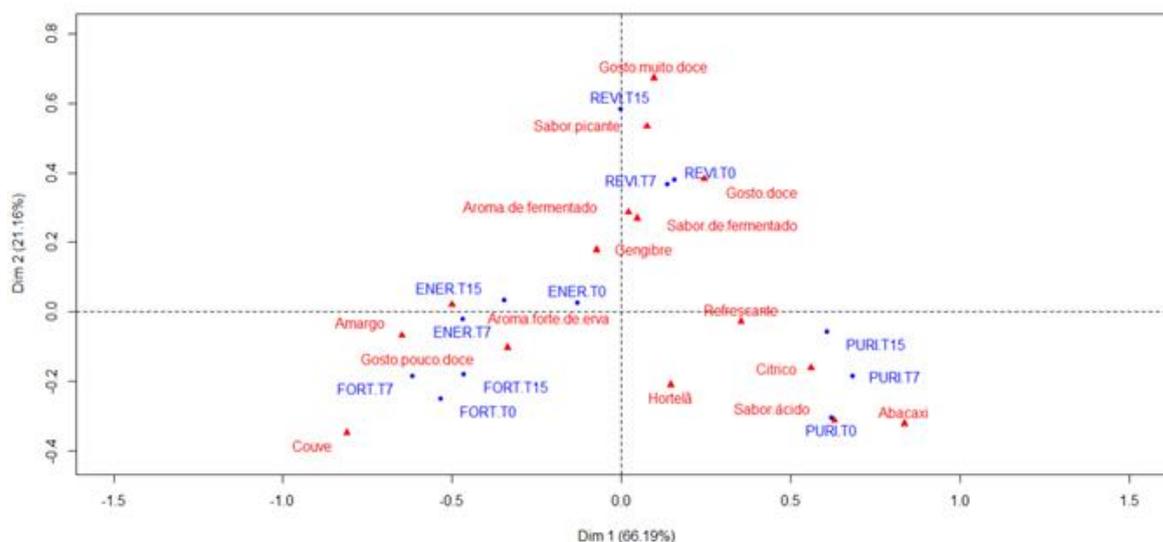


Figura 2. Representação biplot das 12 amostras de *bends* (círculos) e os atributos sensoriais (triângulos) utilizados para descrevê-los, nas duas primeiras dimensões da Análise de Correspondência (CA) na frequência apresentada nas questões CATA.

CONCLUSÕES

A utilização do suco de maçã prensado a frio bioconservado por *Lactocaseibacillus casei* como base para *blends* de vegetais se mostrou uma estratégia viável, pois o produto se manteve seguro durante os 15 dias de armazenamento a 8 °C. Por ser o suco de maçã amplamente utilizado pela indústria, esse estudo precede a realização de novas descobertas possibilitando a utilização outras misturas. Além da produção de uma bebida de vida útil estendida, a viabilidade do *Lactocaseibacillus casei* por toda a vida útil dos *blends* demonstra grande potencialidade do produto no mercado de bebidas probióticas como opção aos produtos lácteos.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

1. Biancaniello, M, Popovic, V, Fernandes-Avila, C, Ros-Polski, V, Koutchma, T. Feasibility of a Novel Industrial-Scale Treatment of Green ColdPressed Juices by UV-C Light Exposure. *Beverages*. 2018;4:29.
2. Vuchnich, A. Cold-pressed juice: convenient and superior nutrition or a fad? *Global News* [Internet]. 2015 [acessado em 20 de abril de 2020]. Disponível em: <http://globalnews.ca/news/2071480/cold-pressed-juiceconvenient-and-superior-nutrition-or-a-fad/>.
3. Koutchma T, Popović V, Ros-Polski V, Popielarz A. Effects of Ultraviolet Light and High-Pressure Processing on Quality and Health-Related Constituents of Fresh Juice Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2016;15:844867.
4. Petruzzi L, Campaniello D, Speranza B, Corbo MR, Sinigaglia M, Bevilacqua A. Thermal Treatments for Fruit and Vegetable Juices and Beverages: A Literature Overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017;16:668-691.
5. Costa MGM, Fonteles T V, Jesus ALT, Rodrigues S. Sonicated pineapple juice as substrate for *L. casei* cultivation for probiotic beverage development: Process optimisation and product stability. *Food Chemistry*. 2013;139:261–266.
6. Andrés V, Tenório MD, Villanueva J. Sensory profile, soluble sugars, organic acids, and mineral content in milk- and soy-juice based beverages. *Food Chemistry*. 2015;173:1100-1106.
7. Romano KR, Dias F, Finco AB, Rosenthal A, Finco MVA, Deliza R. Willingness to pay more for value-added pomegranate juice (*Punica granatum L.*): Na open-ended contingente valuation. *Food Research International*, 2016;89:359-364.
8. Huang HW, Wu J, Lu JK, Shyu YT, Wang CY. Current status and future trends of high-pressure processing in food industry. *Food Control*. 2017;72:1–8.
9. Paniagua-Martínez I, Ramírez-Martínez A, Serment-Moreno V, Rodrigues S, Ozuna C. Non-thermal Technologies as Alternative Methods for *Saccharomyces cerevisiae* Inactivation in Liquid Media: a Review. *Food and Bioprocess Technology*. 2018;11:487–510.
10. Usaga J, Worobo RW. Microbial safety and quality evaluation of UV-treated, coldpressed colored and turbid juices and beverages. *Journal of Food Protection*. 2018;81: 1549–1556.
11. Juarez-Enriquez E, Salmeron-Ochoa I, Gutierrez-Mendez N, Ramaswamy HS, Ortega-Rivas E. Shelf life studies on apple juice pasteurised by ultrahigh hydrostatic pressure. *LWT - Food Science and Technology*. 2015;62: 915–919.

12. Ma L, Zhang M, Bhandari B, Gao Z. Recent developments in novel shelf life extension technologies of fresh-cut fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*. 2017;64:23–38.
13. Reis JA, Paula AT, Casarotti SN, Penna ALB. Lactic Acid Bacteria Antimicrobial Compounds: Characteristics and Applications. *Food Engineering Reviews*. 2012; 4:124–140
14. Freire AL, Ramos CL, Souza PNC, Cardoso MGB, Schwan RF. Nondairy beverage produced by controlled fermentation with potential probiotic starter cultures of lactic acid bacteria and yeast. *International Journal of Food Microbiology*. 2017;248:39–46.
15. Tripathi MK, GIRI SK. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of Functional Foods*. 2014;9:225–241.
16. Kaprasob R, Kerdchoechuen O, Laohakunjit N, Sarkar D, Shetty K. Fermentation-based biotransformation of bioactive phenolics and volatile compounds from cashew apple juice by select lactic acid bacteria. *Process Biochemistry*. 2017;59:141–149.
17. Pereira ALF, Maciel TC; Rodrigues S. Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*. *Food Research International*. 2011;44:2011
18. Granato D, Branco GF, Nazzaro F, Cruz AG, Faria JAF. Functional foods and nondairy probiotic food development: Trends, concepts, and products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2010;9:292–302.
19. Curi PN, Tavares BS, Almeida AB, Pio R, Peche PM, Souza V R. Influence of subtropical region strawberry cultivars on jelly characteristics. *Journal of Food Science*. 2016;81:1515-1520.
20. Schiassi, MCEV, Carvalho CS, Lago AMT, Curi PN, Pio R, Queiroz F, Resende JV, Souza VR. Optimization for sensory and nutritional quality of a mixed berry fruit juice elaborated with coconut water. *Food Sci. Technol*. 2020;40:985-992.
21. Sobhana A, Mathew J, AmbiliAppukutan A, MredhulaRaghavan C. Blending of cashew apple juice with fruit juices and spices for improving nutritional quality and palatability. *Acta Horticulturae*. 2015;1080:369-375.
22. De Souza LJ. Soluções para redução de açúcar. *Brasil – 2018. Opiniões Sobre Sucos*. 2019;43:55.
23. Espírito-Santo AP, Carlin F, Renard CMGC. Apple, grape or orange juice: Which one offers the best substrate for lactobacilli growth? - A screening study on bacteria viability, superoxide dismutase activity, folates production and hedonic characteristics. *Food Research International*. 2015;78:352–360.

24. Antunes AEC, Liserre AM, Coelho ALA, Menezes CR, Moreno I, Yotsuyanagi K, Azambuja NC. Acerola nectar with added microencapsulated probiotic. *LWT: Food Sci Technol.* 2013;54:125–131.
25. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2001. Resolução RDC nº 12 de 02 Janeiro de 2001, que dispõe sobre o regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Brasília (Brasil): Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
26. Andrews WH, Jacobson A, Hammack TS. Salmonella. In: UNITED STATES FOOD DRUG ADMINISTRATION – FDA (Ed.). Bacteriological analytical manual online. 8th ed. Rockville: FDA, chap. 5; 2014 [acesso em: 10 abril de 2020]. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/ebam/bam-5.html>>.
27. Chaves AH, Da Silva JFC, De Campos OF, Pinheiro, AJR, Valades, SD. Effect of one strain of *Lactobacillus acidophilus* (LT 29 516) as probiotic for calves. *Brazilian Journal of Animal Science.* 1999; 28:1075-1085.
28. Dooley L, Lee YS, Meullenet JF. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. *Food Quality and Preference.* 2010;21:394–401, 2010.
29. Meilgaard M, Civille GV, Carr, BT. Sensory evaluation techniques. Fifth Edition. Boca Raton: CRC Press; 2015.
30. Williams, EJ. Experimental Designs Balanced for the Estimation of Residual Effects of Treatments. *Australian Journal of Chemistry.* 1949; 2:149–168.
31. Manoukian EB. Mathematical nonparametric statistics. Gordon & Breach, New York; 1986.
32. R Core Team R. A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2017.
33. Silva, F.J. M, Fernandes CM, De Lima DCN, Madeira RO, Martins EMF, Martins ML, Lamas JMN, Ramos AM. Stability of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus rhamnosus* in minimally processed cabbage. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation.* 2013;3:140–150.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-51>

Capítulo 51

ANÁLISES DA QUALIDADE DA ÁGUA DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS LOCALIZADA NO RIO GRANDE DO NORTE

Lídia Paloma da Silva Nogueira¹, Thamirys Lorraine Santos Lima², Rosenildo dos Santos Silva¹,
Jonnathan Silva Nunes³, Alison dos Santos Oliveira⁴, João Vitor Fonseca Feitoza⁵, Mychelle de Lira
Andrade⁶

¹Estudante do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola - CTRN – UFCG; E-mail: lidiapaloma28@gmail.com, ²Docente do Instituto Federal do Rio Grande do Norte– IFRN. E-mail: thamirys.lorraine@ifrn.edu.br; ³Engenheiro de Alimentos - CCTA – UFCG; ⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCTA – UFCG; ⁵Estudante do Curso de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos– CCA– UFC. E-mail: joaovitorlg95@hotmail.com; ⁶Estudante do Curso de Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos- CT – UFPB; E-mail: mychelle_xd@hotmail.com

Resumo

A água é a substância em maior abundância e o elemento mais essencial para a manutenção da vida de todos os seres vivos do planeta. Com isso, torna-se imprescindível controlar e exigir sua qualidade. Os critérios utilizados para verificar a qualidade da água são os aspectos físicos, químicos e biológicos. No preparo de alimentos existem muitas etapas nas quais o uso da água está envolvido e caso não atenda aos requisitos de qualidade, a água pode comprometer a produção do alimento. Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água destinada a produção de alimentos em uma indústria localizada no Rio Grande do Norte. Foram coletadas amostras de água de três setores da indústria, produção de sorvete (A1), casquinhas (A2) e polpa de fruta (A3). As amostras foram coletadas em recipientes devidamente esterilizados, e transportadas para o laboratório da própria indústria, onde foram submetidas a análises físico-químicas e microbiológicas, de acordo com os parâmetros proposto pela Portaria nº 2.914 de dezembro de 2011. Foi observado que a qualidade microbiológica da água proveniente das indústrias alimentícias é satisfatória, pois atende aos requisitos exigidos quanto à qualidade para uso em indústrias alimentícias. Quanto aos parâmetros físico-químicos como pH e turbidez não influenciaram na eficiência da desinfecção por cloro e não expressaram níveis inseguros de potabilidade.

INTRODUÇÃO

A água é a substância em maior abundância e o elemento mais essencial e primordial para a manutenção da vida de todos os seres vivos do planeta (1). Entretanto,

nem toda água é adequada para ser consumida, tendo boa parte fora das condições ideais para ser utilizada, e a outra, que é viável ao consumo humano, fica suscetível à contaminação (2).

A qualidade da água destinada ao consumo é um dos maiores desafios das pesquisas e estudos, pois a potabilidade como determina o Ministério da Saúde por meio da Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011, é um requisito indispensável para manter a qualidade de vida e a saúde de todos os seres vivos. Sendo assim, torna-se imprescindível controlar e exigir sua qualidade, por meio de regulamentos técnicos específicos e legislações que garantem saúde e bem-estar à população humana e animal (3).

Os critérios utilizados para verificar a qualidade da água são os aspectos físicos, químicos e biológicos (4). Os principais bioindicadores da qualidade da água são os coliformes termotolerantes e o principal microrganismo representante desse grupo é a *E. coli*. Além da *E. coli* outros microrganismos também podem causar infecções, como as espécies *Enterococos*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, entre outros (5).

No preparo de alimentos existem muitas etapas nas quais o uso da água está envolvido, como por exemplo, limpeza e sanitização de alimentos, higienização de mãos de manipuladores, higienização de utensílios e superfícies que entram em contato com alimentos, bem como na cocção dos alimentos, e produção de um modo geral (6). Caso não atenda aos requisitos de qualidade, a água pode afetar ou depreciar equipamentos, instalações e favorecer a possibilidade de contaminação e ocorrência de enfermidades aos consumidores (7).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água destinada a produção em uma indústria de alimentos localizada no Rio Grande do Norte.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

Foram coletadas amostras de água de três setores da indústria, produção de sorvete (A1), casquinhas (A2) e polpa de fruta (A3). As amostras foram coletadas em recipientes devidamente esterilizados, e transportadas para o laboratório da própria indústria.

As amostras foram submetidas a análises físico-químicas e microbiológicas, de acordo com os parâmetros proposto pela Portaria nº 2.914 de Dezembro de 2011.

Análises físico-químicas

As análises físico-químicas de pH, turbidez e cloro foram realizadas seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (8).

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por *Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater* (9), onde 10 mL de cada amostra foi adicionada em tubos de ensaio contendo 10 mL de caldo específico para o determinado grupo de microrganismo. As análises foram realizadas em

duas etapas, primeiramente, realizou-se o teste para detecção de coliformes totais e em seguida o teste de confirmação para coliformes termotolerantes. Na primeira etapa 10 mL de amostra foi adicionada em 10 mL de caldo Lauril Sulfato Triptose e incubadas em estufa a 35 ± 2 °C por 48 horas, uma alíquota foi retirada dos tubos que se apresentaram turvo e com formação de gás e introduzidas em caldo seletivo para *Escherichia coli* (EC), logo após incubadas a 44,5°C, durante 24 horas. O número de coliformes totais e termotolerantes foram obtidos na tabela de NMP, sendo os resultados expressos em NMP/100 mL.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH expressou maior resultado na água A1 com valor de 6,70 (Tabela 1). É importante que o pH da água compreenda valores acima de 7, pois é nessa margem onde a mesma possuirá maior poder de hidratação e contribuirá para a manutenção da saúde (10). Contudo segundo o Ministério da Saúde valores de pH a partir de 6,0 são considerados aceitáveis para o consumo humano (13). Dessa maneira as águas avaliadas neste trabalho demonstram segurança quanto ao pH avaliado, uma vez que apresentam parâmetros de acordo com a portaria vigente, que recomenda uma faixa de pH de 6,0 a 9,5. Alguns autores também declararam parcialmente a conformidade de potabilidade de água em setores agroindustriais após observarem valores próximos ao encontrado neste trabalho (16).

A turbidez (NTU) apresentou resultado decrescente entre as águas avaliadas. Esse parâmetro correlaciona-se com a cor, sendo oriundo de águas sem tratamento onde as unidades podem sofrer variação dependendo da presença de sólidos suspensos, matéria-orgânica e microrganismos em geral, deixando a água turva com aparência indesejável e potencialmente perigosa (11). Além disso, torna a filtragem cara e dificulta a eficiência da desinfecção por cloro (12). De acordo com a Portaria nº 2.914 o valor da turbidez não deve ser superior a 5 unidades nefelométricas de turbidez (NTU) em qualquer ponto de distribuição. Como neste trabalho as amostras não indicaram valores acima de 1,5 NTU a água estabeleceu-se segura quanto à presença de contaminantes suspensos.

O cloro residual livre não apresentou quantidades significativas entre as águas de produção (Tabela 1). Segundo alguns autores, mesmo o cloro apresentando eficiência na inativação de microrganismos patogênicos e ser de baixo custo em relação a outros métodos de desinfecção, a análise de cloro residual torna-se importante, pois altos níveis de ácido hipocloroso (HClO^{\cdot}) e íon hipoclorito (OCl^-) em conjunto com o nitrogênio presente na água, podem originar subprodutos de desinfecção não-intencionais, tais como as cloraminas, (também chamadas de cloro residual combinado). Esse grupo de substâncias é prejudicial à saúde e podem causar doenças crônicas no organismo (16, 14, 15). A portaria vigente obriga a manutenção de no mínimo 0,2 mg/L residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado (13). No entanto as águas indicaram valor de 0,00 mg/L em todas as amostras avaliadas, possuindo, portanto, os critérios de água com baixa toxicidade para o organismo.

Tabela 1: Análises físico-químicas de diferentes águas de produção.

Análise	Águas de produção		
	A1	A2	A3

pH	6,70	6,04	6,30
Turbidez (NTU)	1,04	1,01	0,98
Cloro residual livre (mg/L Cl ₂)	0,00	0,00	0,00

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, constatou-se que os resultados de coliformes totais obtidos nas amostras de água estão de acordo com os valores permitidos pela portaria. A quantificação correta dos coliformes totais minimiza o risco de contaminação do alimento que por sua vez utiliza água em várias etapas do processo. Tanto a formulação de ingredientes como a higienização de equipamentos e das mãos dos manipuladores são considerados como os fatores passíveis da contaminação alimentar, podendo acarretar em várias patologias entre os consumidores, quando não há o controle adequado da água (17). De acordo com a Portaria nº 2.914 de dezembro para coliformes totais deve-se ter ausência em 100 mL de amostra. Quando for observado valor superior ao estabelecido é preciso que seja feita a nova coleta e se necessário, tomar medidas de caráter preventivo e corretivo nas unidades de distribuição (19).

Tabela 2: Análises microbiológicas de diferentes águas de produção.

Microrganismos (NMP/100mL)	Águas de produção		
	A1	A2	A3
Coliformes Totais	<1,1	<1,1	2
Coliformes Termotolerantes	Ausência	Ausência	Ausência

Os resultados das análises de água indicaram ausência para Coliformes Termotolerantes (Tabela 2). O Ministério da Saúde determina que a água de qualquer origem destinada ao consumo humano deverá ser isenta de Coliformes Termotolerantes para então ser considerada potável. (14). Além da ausência de coliformes termotolerantes tornar a água segura, possibilita um grau de arejamento com maior quantidade de oxigênio dissolvido, sendo este definido como excelente parâmetro de qualidade (18). Dentre o grupo que compõe os coliformes termotolerantes, a *Escherichia coli* é a mais conhecida e sua identificação torna-se importante entre os constituintes do alimento uma vez que é comumente a causadora de doenças em indivíduos saudáveis que podem apresentar sintomas de dores abdominais, diarreias hemorrágicas, febre e vômitos. Sua transmissão pode ser facilitada através do contato com pessoas e animais contaminados (15).

Conclusão

Diante do exposto foi observado que a qualidade microbiológica da água proveniente de três setores de produção indústria alimentícia é satisfatória, pois atende aos requisitos exigidos quanto à qualidade para uso em indústrias alimentícias.

Parâmetros físico-químicos como pH e turvação não influenciaram na eficiência da desinfecção por cloro e não expressaram níveis inseguros de potabilidade. Entre tanto, não foi possível concluir se houve relação direta entre a ausência de Cloro residual e a presença insignificativa de Coliformes Totais, uma vez que dados com esse

comportamento podem indicar pouca quantidade de cloro adicionado no sistema de abastecimento e por isso a inexistência de quantidades elevadas de Coliformes Totais não descarta a necessidade da aplicação de inspeções e análises que comprovem continuamente a potabilidade da água.

Referências

1. Magalhães YA, Batista, ASM, Santos FRO, Silva JMS, Loioloa, PMG, Mesquita, RM, et al. Qualidade microbiológica e físico-química da água dos açudes urbanos utilizados na dessedentação animal em Sobral, Ceará. Rev. da Uni. Vale do Rio Verde. 2014; 12: 141-148.
2. Carvalho PAC, Pimentel CAL, Nascimento NOA. Dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. Ver. Eng. Sanit. e Amb. 2015; 10: 219-228.
3. Morais WA, Saleh BB, Alves WDS, Aquino DS. Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. Rev. Cader. de Saúde Colet. 2016; 24: 361-367.
4. Costa, P. S. F., et. al. (2016) Avaliação da qualidade das águas superficiais da sub-bacia do rio Capivari no município de Chapada do Norte –MG. Caderno de Geografia, 26(1), 2318-2962.
5. Fernandes ACG, Cavalcanti LFM, Barros MLSC, Oliveira FMDC. Análises Descritivas E Microbiológicas Das Águas Minerais Envasadas E Comercializadas Na Região Metropolitana De Recife-Pe. Rev. Ciênc. e Nat. 2017; 39: 272-284.
6. Silveira JT, Capalonga, R, Oliveira ABA, Cardoso MRI. Avaliação de parâmetros microbiológicos de potabilidade em amostras de água provenientes de escolas públicas. Rev. do Inst. Adolfo Lutz. 2011; 70: 362 -367.
7. Mouchrek NA, Carvalho ECC. Qualidade da água em serviços de alimentação de um bairro da zona rural de São Luís, Maranhão, Brasil. Rev. Bras. de Pesq. em Saúde. 2016; 6: 130-136.
8. Instituto Adolfo Lutz – IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 4. ed. 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
9. Apha. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st ed. Washington, 2005.

10. Simensato, LA, Bueno, SM. Importância da qualidade da água na indústria de alimentos. *Revista Científica*. 2019; 1: 1-9.
11. Stepaniack L, Baranoski KCW, Soranso FMC, Schmitz EPS, Starikoff KR. Avaliação da qualidade da água utilizada na produção de alimentos no sudoeste do Paraná. *Rev. Cien. Extensão*. 2021; 17: 198-208.
12. Brito FSL, Pimentel BA, Vilhena JC, Rosário KKL, Morais MS, Cruz RHR. Braz. Comportamento das variáveis físico-químicas da água do lago Bolonha-Belém-PA. *Brazilian Journal of Develop*. 2020; 6: 1738-1757.
13. Brasil, portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Diário Oficial da União; 2011.
14. Li P, Furuta T, Kobayashi T. Micro-particles as interfering substances in colorimetric residual chlorine measurement. *Ecotox. and Envir. Safety*. 2021; 207:1-7.
15. Pan L, Zhang X, Yang M, Han J, Jiang J, Li W, Yang B, Li X. Effects of dechlorination conditions on the developmental toxicity of a chlorinated saline primary sewage effluent: Excessive dechlorination is better than not enough. *Sci. Total Envir*. 2019; 692: 117-126.
16. Gonçalves PC, Marques JM. Desinfecção de efluentes sanitários para reúso agrícola [monografia]. Niterói: Escola de engenharia da Universidade Federal Fluminense; 2015.
17. Volkweis DSH, Lazzaretti J, Boita ERF, Benetti F. Qualidade microbiológica da água utilizada na produção de alimentos por agroindústrias familiares do município de Constantina/RS. *Rev. Elet. em Gest. Ed. e Tec. Ambiental*. 2015; 19: 18-26.
18. Rangel AHN, Freire RMB, Borba LHF, Júnior DML, Novaes, LP. Qualidade microbiológica da água utilizada em propriedades leiteiras. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*. 2014; 70: 09-16.
19. Bortoli J, Rempel C, Maciel MJ, Salvi, LC. Qualidade físico-química da água em propriedades rurais com produção de leite no vale do Taquari-RS. *Rev. Cader. Prudentino de Geog*. 2017; 1: 81-102.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-52>

Capítulo 52

APLICABILIDADE DA LUZ ULTRAVIOLETA EM PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL: REVISÃO

Letícia Oliveira de Assis¹; Mayara Ornelas Pereira²; Maria Carmela Kasnowski Holanda Duarte³; Robson Maia Franco⁴

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal – UFF; E-mail: leticia@id.uff.br, ²Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal – UFF; E-mail: mayaraornelas@id.uff.br, ³Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia de Alimentos – UFF. E-mail: melvetk@gmail.com, ⁴Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia de Alimentos – UFF. E-mail: robsonmf@id.uff.br.

Resumo: A utilização da radiação ultravioleta UV-C tem ganhado espaço na indústria de alimentos devido à sua eficácia na eliminação de microrganismos patogênicos e deteriorantes, como bactérias, fungos, vírus, protozoários e algas. A tecnologia exige baixo custo em manutenção e equipamentos quando comparado a outros métodos de conservação, além de não gerar resíduos para o meio ambiente, se tornando uma tecnologia emergente promissora e com grande potencialidade de comercialização. Em estudos realizados em leite e derivados, a tecnologia não causou danos severos na qualidade físico-química e sensorial dos produtos e se mostrou eficaz na eliminação dos microrganismos patogênicos e deteriorantes, principalmente em queijos. Em produtos de pescado, os experimentos podem ser associados a outras tecnologias, como atmosfera modificada, luz pulsada e vácuo e chegam a prolongar de dois a seis dias da validade comercial do produto, porém, podem apresentar oxidação lipídica e proteica. Em estudos realizados com carnes e derivados, a utilização do UV-C quando executado juntamente com outra tecnologia mostrou-se altamente eficiente, além de não causar alterações físico-químicas aos produtos. Objetivou-se com o trabalho enfatizar a importância da utilização da luz ultravioleta como uma tecnologia emergente para garantir a segurança do produto, além de não causar danos ao meio ambiente, através de atualizações sobre os estudos mais recentes sobre o UV-C.

Palavras-chave: Descontaminação; Métodos de conservação; Segurança do alimento; Validade comercial

INTRODUÇÃO

Desde os tempos remotos da humanidade, a necessidade de conservação dos alimentos é uma questão importante de sobrevivência. O domínio do fogo através da fricção entre duas pedras possibilitou ao Homo Erectus se aquecer a qualquer momento, defender-se contra animais e conservar os alimentos obtidos na caça.

A partir de então, surge os primeiros métodos de conservação como cozimento, congelamento, desidratação, salga, etc. Entretanto, os métodos convencionais causam uma maior modificação nas propriedades físico-químicas, nutricionais e sensoriais.

Desde o domínio do fogo até a radiação, à medida que novas tecnologias são descobertas, as mesmas são implementadas para a conservação de alimentos. Por exemplo, em 1895 foi proposto a aplicação de radiação em alimentos e as primeiras patentes surgem logo no início do século XX, após a regulamentação pelas autoridades da Food and Drug Administration (FDA) em 1958.

Mais recentemente, a FDA também aprovou o uso da luz ultravioleta C (UV-C) em alimentos. Classificada como uma tecnologia não térmica, ou seja, não utilizam calor para a conservação de alimentos, a UV-C atua através de comprimentos de luz sob o DNA bacteriano promovendo sua inativação e, conseqüentemente, aumenta o prazo de validade do produto tratado com a radiação.

O objetivo do trabalho é ressaltar a importância da luz ultravioleta como uma tecnologia promissora para o futuro das indústrias de alimentos, tanto do ponto de vista da inocuidade do produto como do ponto de vista do meio ambiente por ser um processo que não gera resíduos químicos e não demanda de recursos naturais. Para o meio científico, objetiva-se através da revisão, atualizar sobre os estudos mais recentes e estimular novas pesquisas.

DEFINIÇÃO DE UV-C, MECANISMO DE AÇÃO, VANTAGENS E DESVANTAGENS

Dentre as tecnologias emergentes não térmicas para conservação dos alimentos, o ultravioleta tipo C (UV-C) com comprimento de onda de 200 a 280 nm, foi aprovado pela Food and Drug Administration (FDA), com eficiência na inativação de bactérias e fungos na superfície em alimentos (1).

As fontes de energia mais utilizadas na geração da luz UV-C são as lâmpadas de mercúrio de baixa pressão (LMP) e de média pressão (MPM), com emissão de luz na faixa de 253,7 nm. As lâmpadas de mercúrio são amplamente utilizadas no tratamento e desinfecção da água e vêm sendo aplicadas no tratamento de alimentos. Além de serem de alta eficiência na inativação dos microrganismos, são também de baixo custo (2). Além do UV-C, existem outros três tipos, o UV-A, relacionado com o bronzeamento artificial da pele humana (comprimento de onda de 315 a 400 nm); o UV-B, associado a queimaduras e câncer de pele (280 a 315 nm) e o UV de vácuo (100 a 200 nm), que em estudos demonstrou afetar grande parte das substâncias avaliadas (2).

O mecanismo de ação do UV-C está relacionado com a alteração do DNA do microrganismo por ação direta formando retículos entre as bases nitrogenadas citosina e timina ou por ação indireta, com produção de radicais livre através da radiólise da água (dissociação das moléculas da água devido absorção de radiação de alta energia). Na

indústria de alimentos, o UV-C vem sendo utilizado na desinfecção de superfícies, embalagens e na água (3).

O DNA dos microrganismos possui quatro nucleotídeos ou bases nitrogenadas, onde ocorre a ação da luz do UV-C, adenina, guanina, timina e citosina. A absorção da UV-C pelo DNA dificulta as sínteses de processos metabólicos celulares e, como consequência, impede a replicação microbiana. Apesar da eficiência da utilização do UV-C, os microrganismos apresentam sensibilidades diferentes ao tratamento, devido à capacidade de reparo, tamanho e composição do DNA, fatores intrínsecos (espessura da parede celular) e estado fisiológico das células (4).

Em contrapartida, o UV-C emite fótons que podem causar processos oxidativos nos alimentos, devido à reação de foto-oxidação, que depende da quantidade de fótons incidentes e absorvidos pelas moléculas, que quando eletricamente excitadas se associam a outros produtos formados durante o processo, como o peróxido de hidrogênio e ânion superóxido, compostos altamente reativos com outras moléculas (4). Para que ocorra a oxidação lipídica, um átomo de hidrogênio do ácido graxo insaturado é removido, havendo a formação de radicais peróxidos (ROO⁻) e hidroperóxidos (ROOH), compostos instáveis que levam à formação de aldeídos, hidrocarbonetos e cetonas (compostos estáveis). Estas alterações têm como consequência a descoloração da carne e alteração no sabor (5).

APLICABILIDADE EM PRODUTOS LÁCTEOS

Devido à grande incidência de surtos de doenças alimentares relacionadas ao consumo de derivados lácteos, os processos para torná-los seguros ao consumidor estão cada vez mais despertando a atenção dos fabricantes. As principais fontes de contaminação dos produtos lácteos incluem os equipamentos mal higienizados, matéria-prima contaminada, higiene precária dos funcionários e condições inadequadas de processamento e armazenamento (6).

Os principais microrganismos patogênicos encontrados nos produtos de origem láctea são *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Brucella* spp., *Bacillus cereus*, *Shigella* spp., *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli* O157:H7 e os principais microrganismos deteriorantes são *Penicillium* spp., coliformes, *Yarrowia lipolytica* e *Lactobacillus plantarum* (7).

As propriedades físico-químicas e sensoriais do leite e seus derivados são fundamentais para se garantir a qualidade e preservação, podendo ser alterada de acordo com o tipo de tratamento e intensidade aplicadas no processamento. Estudos realizados sobre o uso da tecnologia UV-C em leite e derivados lácteos demonstraram que seu uso não causa danos extensos às características físico-químicas e sensoriais dos produtos (3). Os queijos, mesmo que sua grande maioria seja produzida utilizando leite pasteurizado, há contaminação no pós-processamento e manuseio por microrganismos patogênicos e deteriorantes, que podem causar doenças graves com consequências a longo prazo ou doenças leves, além de causar alteração na textura, sabor e perfis olfativos (7).

Pesquisadores avaliaram em estudo as alterações na coloração e oxidação lipídica de queijos após a utilização do UV-C, aplicado em grau leve (5 segundos a uma distância de 13 cm), moderado (30 segundos a 8 cm) e extremo (40 segundos a 5 cm) e obtiveram

como resultado que quando submetidos a tratamento em graus leves, os produtos não foram alterados significativamente na cor e qualidade físico-química (6).

APLICABILIDADE EM PRODUTOS DE PESCADO

Estabelecido como crustáceos, peixes, moluscos, anfíbios, répteis, equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana (8), os produtos de pescado, especialmente os peixes, possuem características inerentes a sua composição que influenciam a sua qualidade microbiológica. Proteínas de alta digestibilidade, rápido processo de rigor mortis e alta atividade de água são exemplos de fatores que podem levar ao crescimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos (9).

Fatores extrínsecos como o local de captura, grau de poluição do local de origem e a temperatura da água também interferem na microbiota do pescado. Peixes de água tropical apresentam microbiota, predominantemente, de bactérias mesófilas Gram-positivas (*Actinobacter* spp., micrococos e corineformes) enquanto os peixes de água fria dispõem de microbiota predominante de bactérias psicotróficas Gram-negativas dos gêneros *Pseudomonas* spp., *Moraxella* spp. e *Alteromonas* spp. (10).

Devido a todas essas condições, a degradação do peixe é mais rápida quando comparado a degradação da carne, onde em condição de armazenamento a 7°C, o peixe demora 5 dias para atingir a carga bacteriana de 10⁸/g ao passo que a carne leva 10 dias para atingir o mesmo nível de contaminação (11).

Nesse sentido, a busca por recursos que prolonguem a validade comercial, através da atuação sobre a microbiota indesejável, que tenham menor perda das características nutricionais e sensoriais do pescado fresco e que sejam seguros do ponto de vista microbiológico principalmente por ser uma proteína consumida crua, faz com que novas tecnologias sejam estudadas para agregar aos processamentos tradicionais da indústria pesqueira como o resfriamento e congelamento (12).

Inúmeros estudos a respeito da utilização da luz ultravioleta em diferentes tipos de peixes, marinhos e de aquicultura, além de camarão e caranguejo estão sendo realizados (13,14). Alguns experimentos são associados a atmosfera modificada, vácuo, luz pulsada, entre outros, para comprovar a eficiência do processamento frente a algum microrganismo patogênico e/ou deteriorante, por exemplo, *Klebsiella pneumoniae* (15), *Listeria monocytogenes* (16), *Vibrio parahaemolyticus* (17) e *Escherichia coli* 0157:H7 (18).

Em uma pesquisa bibliográfica sistemática de 21 estudos, observou-se que, em condições de peixe armazenado em 4±1°C por 6±2 dias, doses de 0,1 J/cm² e torno de 0,30 a 0,79 J/cm² prolongaram a validade comercial em 2 e 6 dias, respectivamente. Entretanto, a oxidação lipídica e proteica sofreu um aumento tanto em baixas doses como em altas doses (19).

APLICABILIDADE EM PRODUTOS CÁRNEOS

A carne bovina é um dos principais produtos de exportação do Brasil devido ao preço altamente competitivo e qualidade do produto atribuída a maciez e marmoreio da carne. Entretanto, as previsões para os próximos anos sugerem que o consumo de carne

deverá apresentar um declínio, consequente a questões de preço, meio ambiente e à saúde (20).

Embora, a maior parte do consumo de carne bovina seja da forma cozida, em temperaturas acima de 70°C, alguns produtos são consumidos *in natura*, por exemplo, carpaccio, steak tartar e presunto cru que devem ter uma inocuidade ainda maior para garantir a segurança do alimento e retardar a deterioração (21). Assim, a implementação da UV-C surge para atender essa demanda e ainda auxiliar na qualidade de produtos cozidos prontos.

Em estudo realizado com lombo fatiado curado e seco, observou-se que na comparação entre a UV-C na dose de 0,01-0,64 J/cm² e o uso de composto químicos alternativos, no caso o ácido lático, para inativar a *Salmonella Typhimurium*, a luz ultravioleta foi duas vezes mais eficiente do que o ácido lático. Contudo, quando usado em associação, atingiram o ponto mínimo de mudanças físico-químicas. Concluindo-se que a combinação dos métodos é uma estratégia promissora para as indústrias (22). Em um estudo similar, utilizou-se os mesmos tratamentos (dose de UV-C de 0-330 mJ/cm² e ácido lático) em bifés embalados à vácuo, porém para a inativação da *Listeria monocytogenes* e bactérias ácido lácticas e com um foco no aspecto sensorial da coloração do produto (23).

CONCLUSÕES

A utilização do UV-C, assim como as outras tecnologias não térmicas, visa a descontaminação de produtos de origem animal e ainda, de embalagens. Dessa maneira, as possibilidades de combinação entre o UV-C e os métodos convencionais e a inativação de diferentes microrganismos de importância para a saúde pública são imensas.

Entretanto, a limitação de ação bacteriostática principalmente sobre superfícies faz com que, dependendo do grau de contaminação, a associação com outros processos como atmosfera modificada, uso de compostos antimicrobianos, resfriamento, entre outros seja necessária. Além disso, devido a indução de processos oxidativos decorrente das altas doses de UV-C leva a necessidade de maiores estudos para que se alcance a dose ideal.

Logo, as boas práticas de fabricação para se obter um produto seguro não devem ser negligenciadas pois nenhuma tecnologia consegue reverter uma má qualidade da matéria-prima.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Programa de Pós-Graduação em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal e as agências de fomento Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CnPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

1. FDA – Food and Drug Administration. Ultraviolet radiation for the processing and treatment of food [Internet]. 2019 [acesso em 27 de outubro de 2021]. Disponível em: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=179.39/>.
2. Monteiro MLG, Conte-Junior CA, Rosário DKA, Carvalho APA. Application of UV-C light to improve safety and overall quality of fish: A systematic review and meta-analysis. *Trends in Food Science & Technology*. 2021; 116: 279-289.
3. Koutchma T. Principles and applications of UV light technology. In T. Koutchma (Ed.), *Ultraviolet light in food technology: Principles and applications*. CRC Press. 2019; 1–48.
4. Lee E, Park SY, Há S. Effect of UV-C light on the microbial and sensory quality of seasoned dried seafood. *Food Science and Technology International*. 2016; 22(3), 213–220.
5. Wang Z, He Z, Emara AM, Gan X, Li H. Effects of malondialdehyde as a byproduct of lipid oxidation on protein oxidation in rabbit meat. *Food Chemistry*. 2019; 288, 405–412.
6. Can FO, Demirci A, Puri VM, Gourama H. Decontamination of hard cheeses by pulsed UV light. *Journal of Food Protection*. 2014; 77(10), 1723-1731.
7. Ledenbach LH, Marshall RT. Microbiological spoilage of dairy products. In Sperber WH, Doyle MP. *Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages*. Springer, New York. 2009; 41-67.
8. Brasil. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. *Diário Oficial da União*. 30 mar 2017; Seção 1.
9. Assis LO, Fonseca ABM, Keller LAM, Duarte MCKH, Franco RM. Bacteriological and physical-chemical evaluation of open canned sardines preserved in refrigeration. *Int. J. Dev. Res.* 2021; 11:47520-47524
10. Vieira RHSF. *Microbiologia do Pescado*. In: Gonçalves AA. *Tecnologia do pescado: ciência, inovação e legislação*. São Paulo: Editora Atheneu; 2011.
11. Forsythe SJ. *Microbiologia da Segurança dos Alimentos*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013
12. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. Rome; 2020 (<https://doi.org/10.4060/ca9229en>).

13. Pedrós-Garrido S, Condón-Abanto S, Clemente I, Beltrán JA, Lyng JG, Bolton D., Brunton N, Whyte P. Efficacy of ultraviolet light (UV-C) and pulsed light (PL) for the microbiological decontamination of raw salmon (*Salmon salar*) and food contact surface materials. *Innov Food Sci Emerg Technol*. 2018; 50: 124-131.
14. Roy PK, Mizan MFR, Hossain MI, Han N, Nahar S, Ashrafudoulla M, Toushik SH, Shim W, Kim Y, Ha S. Elimination of *Vibrio parahaemolyticus* biofilms on crab and shrimp surfaces using ultraviolet C irradiation coupled with sodium hypochlorite and slightly acidic electrolyzed water. *Food Control*. 2021; 128 (108179): 1-7
15. Aguilar S, Rosado D, Moreno-Andrés J, Cartuche L, Cruz D, Acevedo-Merino A, Nebot E. Inactivation of wild isolated *Klebsiella pneumoniae* by photo-chemical processes: UV-C, UV-C/H₂O₂ and UV-C/ H₂O₂/Fe³⁺. *Catal*. 2018; 313: 94-99.
16. Heir E, Liland KH, Carlehog M, Holck AL. Reduction and inhibition of *Listeria monocytogenes* in cold-smoked salmon by Verdad N6, a buffered vinegar fermentate, and UV-C treatments. 2019; 291:48-58.
17. Ashrafudoulla M, Na KW, Hossain MI, Mizan MFR, Nahar S, Toushik SH, Roy PK, Park SH, Ha S. Molecular and pathogenic characterization of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from seafood. 2021; 172 (112927): 1-11.
18. Ahmed OM, Amin HF. Effect of UV-C radiation on survival of *Escherichia coli* O157:H7 inoculated fish fillets from fresh water and marine sources. *Egypt. J. Aquat. Biol. Fish*. 2019; 23 (1): 151-159.
19. Monteiro MLG, Rosário DKA, Carvalho APA, Conte-Junior CA. Application of UV-C light to improve safety and overall quality of fish: A systematic review and meta-analysis. *Trends Food Sci Technol*. 2021; 116:279-289.
20. Embrapa Boletim CiCarne. A carne brasileira e sua competitividade no mercado internacional. [acesso em 28 Out 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355108/51748908/Boletim+CiCarne+47-2021.pdf/73941c68-510e-06a1-3fd1-76c8be584e73>
21. Buchanan RL, Gorris LGM, Hayman MM, Jackson TC, Whiting RC. A review of *Listeria monocytogenes*: An update on outbreaks, virulence, dose-response, ecology, and risk assessments. *Food Control*. 2017; 75: 1-13.
22. Rosario DKA, Mutz YA, Castro VS, Bernardes PC, Rajkovic A, Conte-Junior CA. Optimization of UV-C light and lactic acid combined treatment in decontamination of sliced Brazilian dry-cured loin: *Salmonella Typhimurium* inactivation and physicochemical quality. *Meat Science*. 2021; 172 (108308): 1-8.

23. Brugnini G, Rodríguez S, Rodríguez J, Rufo C. Effect of UV-C irradiation and lactic acid application on the inactivation of *Listeria monocytogenes* and lactic acid bacteria in vacuum-packaged beef. *Foods*. 2021; 10 (1217): 1-12.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-53>

Capítulo 53

COMPARAÇÃO DOS NÍVEIS DE AMINA BIOGÊNICA EM CAMARÕES DE ÁGUA DOCE E CAMARÕES MARINHOS

Helena Neres Soares¹; Sandra Rojas Duailibi²; Rafael dos Santos Costa³

¹Nutricionista - Pós-Graduada em Vigilância Sanitária e Qualidade de Alimentos - UNESA Campus Taquara. E-mail: helena-neres@hotmail.com, ²Graduada em Ciências Biológicas - Mestre em Nutrição Humana Aplicada – PRONUT/USP. E-mail: srdconsultoria@gmail.com, ³Médico Veterinário – Doutor em Ciência Animal - UENF - SIE/RJ. E-mail: rafaelroyal@yahoo.com.br.

Resumo: As aminas biogênicas presentes no pescado podem acarretar problemas de saúde ao consumidor relacionado às intoxicações alimentares e reações alérgicas. Dentre as principais aminas biogênicas encontradas em peixes, camarões de água doce e camarões marinhos, destaca-se a histamina, que é formada pela descarboxilação do aminoácido histidina. A histamina ocorre, principalmente, devido à proliferação de bactérias no pescado armazenado de forma inadequada (abaixo de 10°C). A presença de histamina e outras aminas biogênicas podem ser efetivamente quantificadas usando técnicas como cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC). Esta revisão bibliográfica tem como objetivo analisar os diversos estudos envolvendo a quantificação de aminas biogênicas com foco na histamina presente em camarões. Conforme os resultados das pesquisas referentes à quantificação da histamina, não foram identificados valores superiores aos estipulados pela United States Food and Drug Administration (50 mg/kg) e pela União Europeia (100 mg/kg). Métodos com o intuito de aumentar o prazo de validade deste alimento são amplamente pesquisados, principalmente, envolvendo o uso de atmosfera modificada (CO₂, O₂ e N₂) e soluções conservantes (quercetina, 4-Hexilresorcinol e ácido cinâmico) que proporcionam uma redução na produção de histamina. O camarão *Macrobrachium rosenbergii* é o mais estudado dentre as espécies de água doce.

Palavras-chave: histamina; intoxicação alimentar; *Litopenaeus vannamei*; *Macrobrachium rosenbergii*; *Penaeus monodon*

INTRODUÇÃO

Os alimentos são considerados como um dos principais veículos susceptíveis na causa de doenças de origem alimentar ao ser humano. A maioria dessas doenças é responsável por casos de intoxicação e/ou alergias alimentares relacionados a sintomas leves de irritabilidade da pele, como também casos graves de doenças cardíacas (1). Neste contexto, as aminas biogênicas, originadas pela descarboxilação de aminoácidos

precursores são responsáveis por formar substâncias tóxicas como as histaminas, putrescinas e cadaverinas (2).

Alguns alimentos, como os pescados, recebem grande destaque devido à ocorrência de bactérias produtoras de aminas biogênicas, que ocasionam processos de deterioração. Dentre as principais aminas biogênicas, a histamina é a responsável por originar quadros de intoxicação escombroides e intolerância alimentar (3). Isso ocorre, principalmente, por intermédio da alta atividade de água e enzimática proteolítica, que possibilita o desenvolvimento de microrganismos em temperaturas inferiores a 10°C e alterações químicas e biológicas no alimento. A presença de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (*Clostridium*, *Morganella morganii*, *Raoultella planticola*, *Klebsiella pneumoniae* e *Hafnia alvei*) na microbiota natural dos pescados, propicia a síntese de enzimas como a histidina descarboxilase, responsáveis pela produção da histamina (4).

A incidência de histaminas pode ser observada em pescados frescos, congelados, secos e em subprodutos. Uma vez produzida, se torna estável a processos térmicos como o cozimento e a salga (4). A histamina pode ser quantificada principalmente através da técnica de cromatografia líquida de alta performance (HPLC), por apresentar alta sensibilidade e reprodutibilidade (5).

Com relação à incidência de histaminas em camarões, ocorre devido à presença de compostos nitrogenados, aminoácidos e de alta atividade de água, ocasionando em uma redução da qualidade do produto com consequente perda do valor nutricional e econômico (6). Sua presença pode ser verificada em espécies provenientes do mar (*Litopenaeus vannamei* e *Penaeus monodon*) e de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*).

Os estudos disponíveis buscam avaliar a presença da histamina e das bactérias produtoras da toxina com relação ao tempo e temperatura de armazenamento sem considerar a sua origem (captura ou cultivo), em alguns casos, a espécie também não é identificada. Outros estudos investigaram o uso de embalagens com atmosfera modificada e a aplicação de soluções conservantes para aumentar o prazo de validade no intuito de reduzir os níveis de histamina presentes nas amostras analisadas (7,8).

Devido ao problema de saúde pública relacionada ao consumo de pescados, com ênfase nos camarões contaminados por histamina, justifica-se a elaboração desta revisão de literatura que possibilite identificar se há distinção entre as quantidades de aminas biogênicas (histamina) em espécies de camarão provenientes de água doce e do mar.

Este trabalho tem como objetivo geral realizar um levantamento bibliográfico das recentes pesquisas sobre a presença de aminas biogênicas em camarões marinhos e de água doce, com destaque para a histamina. Para alcançá-los foram traçados os seguintes objetivos específicos: compreender a formação de histaminas em alimentos; identificar os métodos de quantificação de histamina em pescados; verificar as principais técnicas empregadas para aumentar o prazo de validade e a redução dos níveis de histamina em camarões. O estudo também visa compreender os principais fatores no desenvolvimento de microrganismos produtores de histamina, assim como, os diferentes métodos de quantificação e de identificação. Por fim, investigou-se a incidência de histamina em subprodutos do camarão em comparação as quantidades encontradas no produto in natura.

1. Segurança de Alimentos e Aminas Biogênicas

A segurança de alimentos é um dos fatores que gera maior preocupação com relação aos riscos originados à saúde dos consumidores. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 200 doenças podem ser derivadas do consumo de alimentos devido à presença de bactérias, vírus, parasitas e substâncias químicas responsáveis por quadros clínicos leves como diarreia e graves como câncer (9). Os contaminantes podem também ser originados devido à presença de toxinas naturais, pesticidas e alérgenos presentes nos alimentos (10). Dentre as principais toxinas avaliadas pela United States Food and Drug Administration (FDA), grande destaque é dado para às aflatoxinas, micotoxinas e histamina.

Os pescados provenientes de água doce e do mar representam uma das proteínas de origem animal mais susceptíveis ao processo de deterioração, devido à alta atividade de água presente em seus tecidos, teores adequados de nutrientes para o desenvolvimento de microrganismos, grande quantidade de lipídeos e pH favorável, próximo ao neutro. As principais doenças transmitidas por pescados são derivadas da incidência de microrganismos patogênicos como *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella enteritidis* e da presença de endoparasitas e biotoxinas (11).

Outro aspecto importante relacionado à qualidade dos pescados é a presença de aminas biogênicas, que podem ser definidas como compostos nitrogenados de baixo peso molecular, formados a partir da descarboxilação de aminoácidos, decomposição térmica, hidrólise de compostos de nitrogênio e transaminação de aldeídos ou cetonas (11). A estrutura química das aminas biogênicas pode ser classificada em compostos heterocíclicos que incluem a histamina e a triptamina, os alifáticos denominados de putrescina e cadaverina, e os aromáticos (tiramina e feniletilamina) (2). A nomenclatura das aminas biogênicas é derivada do nome dos aminoácidos precursores (12).

A formação das aminas biogênicas em alimentos ocorre geralmente por descarboxilação dos precursores de aminoácidos, sendo necessário que haja condições específicas para a sua formação como disponibilidade de aminoácidos livres, presença de microrganismos positivos para descarboxilase, condições propícias para o crescimento bacteriano, a síntese e a atividade da descarboxilase (13). A ocorrência dos aminoácidos livres também pode ser observada devido às cepas microbianas que apresentam alta atividade enzimática proteolítica, o que propicia à formação de aminas biogênicas (14).

As aminas biogênicas podem ser encontradas em diversas concentrações em alimentos como carnes, laticínios, vegetais, frutas, bebidas alcoólicas (cerveja e vinho) com ênfase para os frutos do mar e seus derivados. A grande preocupação do consumo das aminas biogênicas está relacionada aos riscos à saúde, principalmente, devido às intoxicações alimentares originadas devido à presença das histaminas em peixes e da tiramina (13,14). Geralmente, o organismo humano pode degradar pequenas quantidades de aminas biogênicas devido à presença de enzimas específicas como a diamina oxidase (DAO) e histamina N-metiltransferase (HMT). Contudo, grandes quantidades de aminas biogênicas podem ocasionar em casos graves de intoxicação alimentar (15).

As bactérias responsáveis pela produção de histamina incluem as Enterobacteriaceae, *Vibrio sp.*, *Clostridium* e *Lactobacillus sp.* Sendo as mais eficientes as Enterobacteriaceae mesofílicas como a *Morganella morganii*, *Raoultella planticola*, *Klebsiella pneumoniae* e *Hafnia alvei* (4). Essas bactérias se desenvolvem a 10°C, sendo a proliferação retardada quando a temperatura de armazenamento é mantida abaixo de 5°C. Uma vez produzida, a histamina é estável aos processos de salga e tratamentos térmicos (cozimento, resfriamento e defumação) (15).

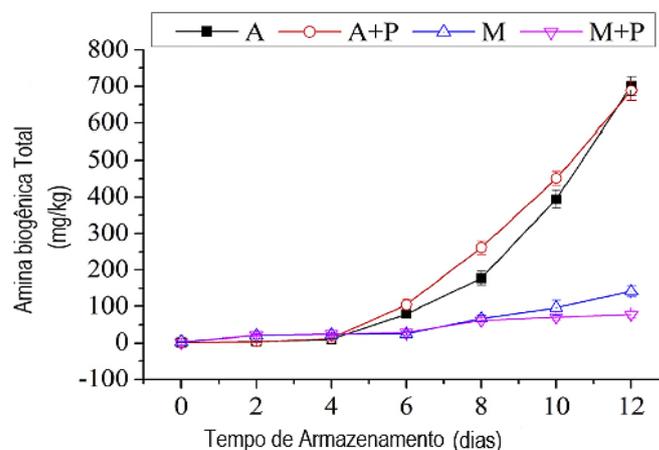
Os estudos disponíveis buscam compreender a ocorrência das histaminas e a sua produção por bactérias, auxiliando na investigação sobre os limites seguros para o consumo, temperaturas máximas de armazenamento, ressaltando a importância da implementação das boas práticas de fabricação, principalmente, devido à intoxicação por histamina ser uma das doenças mais transmitidas por frutos do mar no mundo (4).

Grande parte dos estudos desenvolvidos no Brasil busca avaliar a presença de histamina em amostra de camarão, adquiridas em supermercados e comércios locais, observando pouca preocupação com a identificação da espécie e a forma de ocorrência (natural ou cativo). Diante desse cenário, em estudo realizado por Alab et al., (16) na região oeste do Paraná, os autores verificaram que grande parte dos consumidores (70%) prefere comprar camarões frescos, apesar do armazenamento inadequado do produto propício ao desenvolvimento de microrganismos putrefativos e patogênicos.

Com relação à incidência de histamina em camarões, sua presença ocorre devido ao produto serem bastante perecíveis, com alta presença de conteúdo proteico, compostos nitrogenados, aminoácidos e atividade de água. O alto conteúdo proteico torna-o suscetível à ação de enzimas proteolíticas musculares e a deterioração ocasionada pela presença de microrganismos. Isto pode acarretar uma diminuição da qualidade do produto, perda de valor econômico e, principalmente, a produção de aminas biogênicas, como a histamina (6). Oliveira, (17) avaliou a influência da manipulação na qualidade microbiológica de camarões armazenados congelados. Para o estudo em questão, foram avaliadas seis amostras de camarão do tipo médio, adquiridos em vendas locais na cidade de Teresina, Piauí, sem identificação sobre a espécie. As bactérias isoladas nos camarões indicaram a presença de *Citrobacter*, *Edwardsiella*, *Enterobacter* e *Klebsiella* positivas para a descarboxilação do aminoácido histidina. Santos et al., (18) avaliaram o desenvolvimento de bactérias deteriorantes em camarão cru descascado, resfriado e sem identificação de espécie. Os parâmetros avaliados foram as análises bacteriológicas, temperatura, pH, bases voláteis, pesquisa de aminas biogênicas através da técnica de cromatografia em camada delgada e quantificação de histamina por HPLC. Conclui-se que as condições de comercialização foram inadequadas devido a falhas na cadeia de frio devido à presença de alterações bioquímicas e bacteriológicas com perda de qualidade.

Tam et al., (8) avaliaram a influência da utilização de dois tratamentos prévios incluindo o uso do propionato de sódio e do lactato de sódio, e a influência do uso da embalagem a vácuo durante a manutenção da qualidade e vida útil de camarão tigre-preto (*Penaeus monodon*) armazenado a 0°C e adquiridos de três fazendas localizadas na província de Ca Mau – Vietnã. Com relação à presença de histamina realizada por meio da técnica de HPLC, avaliou-se que ao final do seu prazo de validade, as concentrações variaram entre 2,44 a 2,66 mg/100g. Todos os valores obtidos estavam dentro do teor aceitável proposto pelos padrões internacionais, correspondente a 5 mg/100g. Qian et al. (7) avaliaram a produção de aminas biogênicas em camarão-de-patas-brancas (*Litopenaeus vannamei*) provenientes do mercado aquático de Shanghai na China, armazenados sob atmosfera modificada com quercetina, 4-Hexilresorcinol e ácido cinâmico combinado à embalagem formada por CO₂, O₂ e N₂, armazenadas por 12 dias e a 4°C (Figura 1).

Figura 1 – Concentração de amina biogênica total em *Litopenaeus vannamei*, armazenados a 4°C e avaliados durante 12 dias.



FONTE: Adaptado de Qian et al., 2018.

LEGENDA: A (Atmosfera aeróbica); A + P (Atmosfera aeróbica e solução conservante); M (Atmosfera modificada); M + P (Atmosfera modificada e solução conservante).

1.1. Métodos de Quantificação de Histamina

Os resultados obtidos indicaram que o emprego da atmosfera modificada e de sua combinação com uma solução conservante, interfere positivamente nos níveis de amina biogênica encontradas na espécie *Litopenaeus vannamei*. Com relação às aminas biogênicas avaliadas, no caso da putrescina e da cadaverina, foi possível a redução considerável da quantidade produzida. Contudo, para a tiramina e para histamina os níveis encontrados permaneceram altos após o 12º dia de armazenamento, sendo que a presença da histamina foi detectada após o 2º dia. Mesmo com o aumento contínuo da histamina, as quantidades encontradas ao final do 12º dia (9 mg/kg) foram inferiores aos limites estipulados pela FDA (50 mg/kg). Os autores concluem que o uso da atmosfera modificada combinada à solução de conservantes possibilita uma inibição do crescimento microbiano e acúmulo de aminas biogênicas (putrescina e cadaverina) (Figura 1) (7).

Com relação à outra espécie de camarão marinho amplamente disseminado, o estudo realizado por Le et al. (19) investigou a qualidade e o prazo de validade do camarão tigre-preto (*Penaeus monodon*) coletados de três fazendas de criação diferentes localizadas na província de Ca Mau Province - Vietnã. Os autores empregaram diversos parâmetros que incluíram a verificação da presença de histamina em amostras armazenadas sob gelo (0°C) através da técnica de HPLC. A pesquisa foi realizada por 10 dias e os autores concluíram que o prazo de validade do camarão correspondeu a 8 dias. Os autores também observaram que a concentração de histamina aumenta ligeiramente até o quarto dia, observando um aumento mais significativo entre o quinto e o décimo dia, atingindo seu pico de $3.227 \pm 0,017$ mg/100g no 10º dia do experimento.

Bueno-Solano et al., (20) empregaram o método de HPLC para a determinação de aminas biogênicas (histamina e tirosina) presentes em subprodutos do camarão (proteína seca em pó, proteínas líquidas hidrolisadas e farinha da cabeça de camarão). A presença de histamina foi maior na farinha da cabeça de camarão em comparação às outras amostras, que apresentou uma concentração de máxima de 1.470 mg/kg. De acordo com os limites máximos determinados pela FDA e pela União Europeia, os valores ultrapassaram significativamente, contudo, os autores ressaltam que não há legislação

para subprodutos do camarão. Com relação à tirosina, sua presença foi identificada na proteína seca em pó e na proteína líquida hidrolisada.

Simões (21) analisou a qualidade nutricional do camarão da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) que é a espécie mais difundida e cultivada no mundo. Além disso, foi avaliada a influência da permeabilidade da embalagem na validade comercial deste alimento, sendo subdivididos em dois tipos de embalagem: permeável (T1) e impermeável (T2) aos gases O₂ e CO₂, mantidos sob-refrigeração controlada (1±1°C), para determinação das aminas biogênicas. A concentração de agmatina variou de 5,7 a 23,2 mg/kg no T1, enquanto no T2, variou de 11,9 a 21,7 mg/kg. No caso da histamina, variou de 0,02 a 0,14 mg/kg no T1 e variou de 0,0007 a 0,089 mg/kg no T2. Com relação à triptamina, os valores iniciais no T1 e o T2 foram de 0,0028 mg/kg, sendo a concentração final de 0,0031 mg/kg em T1 e de 0,0030 mg/kg em T2. Desta forma, verificou-se a concentração mais elevada de agmatina, seguida de histamina e triptamina. Foi observada uma tendência de aumento na concentração das aminas supracitadas, independente do tratamento (T1 e T2), com destaque para o T1 com concentrações mais elevadas para histamina e triptamina, e no T2 com valor mais elevado de agmatina. Fato que pode ser explicado pela possível diferença entre a microbiota predominante em cada tratamento.

Esses resultados já eram esperados, devido a essas aminas serem, respectivamente, provenientes dos aminoácidos arginina, histidina e triptofano, moléculas presentes em concentração decrescente na musculatura dos crustáceos (22). Elevadas concentrações de aminas biogênicas como a agmatina, histamina e tiramina são relevantes em vista do seu potencial de toxicidade aos humanos e como indicadores de deterioração associado a Boas Práticas de Manipulação inadequadas durante a cadeia produtiva (23).

No entanto confrontando os resultados observados por Simões (21) com valores de concentração de histamina de no máximo 0,15 mg/kg, os resultados obtidos estão abaixo dos limites máximos de histamina estipulados pela FDA (50 mg/kg) e pela União Europeia (100 mg/kg). No entanto, não há limite para demais aminas biogênicas, sendo importante frisar que à presença das demais aminas biogênicas, como a putrescina e a cadaverina, no alimento pode potencializar o efeito de tóxico da histamina por meio da inibição das enzimas oxidantes da histamina (14).

CONCLUSÕES

O presente artigo de revisão da literatura permitiu compreender os riscos originados a saúde pela formação e consumo de aminas biogênicas em espécies de camarão de água doce e do mar, com destaque para a presença de histaminas. Os estudos analisados demonstram que o HPLC é a principal técnica aplicada para a quantificação de aminas biogênicas. Com relação aos estudos envolvendo os camarões marinhos quanto os de água doce, níveis de histamina encontradas nos estudos foram inferiores aos limites estipulados pela FDA e pela União Europeia. Porém sugere-se o desenvolvimento de novas pesquisas nesta área com foco nos camarões de água doce, devido a menor quantidade de pesquisas. Em comparação às outras aminas biogênicas (putrescina e cadaverina), as concentrações de histamina foram maiores. A utilização de embalagens com atmosfera modificada foi capaz de prolongar o prazo de validade dos camarões.

Por fim, verificou-se a presença de histamina em subprodutos com concentrações superiores aos encontrados nos camarões in natura. Contudo, não há legislação específica para os subprodutos do camarão.

REFERÊNCIAS

1. Ansdell V. Seafood Poisoning. In: Keystone JS, Kozarsky PE, Connor BA, Nothdurft HD, Mendelson M, Leder K, editors. Travel Medicine. 4 ed. Elsevier, 2019, [acesso em 2021 Out 19]: 449-56. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-54696-6.00049-5>.
2. Koutsoumanis K, Tassou C, Nychas GJE. Biogenic Amines in Foods. In: Juneja VK, Sofos JN, editors. Pathogens and Toxins in Foods. ASM Press. 2010 [acesso em 2021 Out 19]:248-74. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/9781555815936.ch16>.
3. Cardozo M, Lima KSC, França TCC, Lima, ALS. Biogenic amines: a public health problem. Rev Virtual Quím. 2013 [acesso em 2021 Out 23];5(2):149-68. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v5n2a04.pdf>.
4. Dalgaard P, Emborg J. Histamine fish poisoning – new information to control a common seafood safety issue. In Woodhead publishing series in food science, technology and nutrition, foodborne pathogens (eds: Blackburn CW, McClure PJ). 2. ed. Woodhead Publishing, 2009 [acesso em 2021 Out 11]: 1140-60. Disponível em: <https://doi.org/10.1533/9781845696337.3.1140>.
5. Nadeem M, Naveed T, Rehman F, Xu Z. Determination of histamine in fish without derivatization by indirect reverse phase-HPLC method, Microchem J [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Out 23];144:209-14. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2018.09.010>.
6. Zhang B, Ma L, Deng S, Xie C, Qiu X. Shelf-life of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) as affected by weakly acidic electrolyzed water ice-glazing and modified atmosphere packaging. Food Cont [Internet]. 2015 [acesso em 2021 Out 21];51:114-121. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.11.016>.
7. Qian Y, Yang S, Ye J, Xie J. Effect of quercetin-containing preservatives and modified atmospheric packaging on the production of biogenic amines in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquac Fisher [Internet]. 2018 [acesso em 2021 Out 11];3(6):254-259. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2018.09.002>.
8. Tam LN, Anh HNQ, Khue DN, Uyen PTX, Lien NLP, Van Thi TT. Shelf-life determination: inter-relationship among chemical quality indicators of black tiger shrimp under different preservation conditions. Vietn J Chem [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Out 19];58(3):349-57. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/vjch.2019000193>.
9. World Health Organization. Food safety. [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Out 21]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety#:~:text=Key facts, ranging from diarrhoea to cancers>.
10. Ruiz-Capillas C, Herrero A. Impact of biogenic amines on food quality and safety. foods [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Out 19];8(2):62. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/foods8020062>.

11. Sartori AG de O, Amancio RD. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. *Segur. Aliment. Nutr.* [Internet]. 2012 [acesso em 2021 Out 25];19(2):83-9. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8634613>.
12. Giroto JM, Masson ML, Haracemiv SMC. Revisão: Aminas biogênicas em embutidos cárneos e em outros alimentos. *Braz J Food Technol* [Internet]. 2010 [acesso em 2021 Out 27];13(1):1-10. Disponível em: <http://bjft.ital.sp.gov.br/arquivos/artigos/v13n1398a.pdf>.
13. Gomes M, Pires BAD, Fracalanza SAP, Marin VA. O risco das aminas biogênicas nos alimentos. *Ciêns Saúde Colet* [Internet]. 2014 [acesso em 2021 Out 25];19(4):1123-34. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232014194.18672012>.
14. Naila A, Flint S, Fletcher G, Bremer P, Meerdink G. Control of biogenic amines in food-existing and emerging approaches. *J Food Sci* [Internet]. 2010 [acesso em 2021 Out 19];75(7):139-150. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01774.x>.
15. Birkun A. Histamine toxicity from fish [Internet]. 2018 [acesso em 2021 Out 19]. Disponível em: <https://emedicine.medscape.com/article/1009464-overview>.
16. Alab JHC, Dalpiaz, EL, Ballester, ELC. Estudo de mercado sobre o consumo de camarões na região oeste do Paraná. *Ext Foco* [Internet]. 2016 [acesso em 2021 Out 25];12:32-41. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i12.43862>.
17. Oliveira DG. Interferência da manipulação na qualidade Microbiológica do camarão congelado. [dissertação]. Teresina: Universidade Federal do Piauí, Teresina; 2017.
18. Santos EB, Franco RM, Mársico ET, Mantilla SPS, do Nascimento ER, Cunha F.L. et al. Influence of marketing conditions of raw peeled cooled shrimp on physico-chemical and bacterial parameters. *Braz J Vet Med* [Internet]. 2013 [acesso em 2021 Out 27];35(2):133-9. Disponível em: <https://www.rbmv.org/BJVM/article/view/601/465>.
19. Le NT, Doan NK, Nguyen Ba T, Tran TTV. Towards improved quality benchmarking and shelf life evaluation of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Food Chem* [Internet]. 2017 [acesso em 2021 Out 27]; 15(235):220-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.055>.
20. Bueno-Solano C, López-Cervantes J, Sánchez-Machado D, N. Campas-Baypoli O, HPLC determination of histamine, tyramine and amino acids in shrimp by-products. *J Braz Chem Soc* [Internet]. 2012 [acesso em 2021 Out 30];23(1):96-102. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-50532012000100014>.
21. Simões JS. Perfil de macronutrientes e aceitação do camarão da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) e influência da permeabilidade da embalagem sobre sua validade comercial. [dissertação]. Niterói: Universidade Federal Fluminense; 2012.
22. Oujifard A, Seyfabadi J, Kenari AA, Rezaei M. Growth and apparent digestibility of nutrients, fatty acids and amino acids in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, fed diets with rice protein concentrate as total and partial replacement of fish meal. *Aquacult* [Internet]. 2012 [acesso em 2021 Out 31];342-343:56-61. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.12.038>.

23. Galgano F, Favati F, Bonadio M, Lorusso V, Romano P. Role of biogenic amines as index of freshness in beef meat packed with different biopolymeric materials, Food Res Intern [Internet]. 2009 [acesso em 2021 Out 31];42(8):1147-52. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.05.012>.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-54>

Capítulo 54

CARACTERIZAÇÃO DE FORMAS VIÁVEIS NÃO CULTIVÁVEIS (VNC) DE *Campylobacter jejuni*

Carolyne Ferreira Dumont¹, Letícia Silva Santos², Raqueline Figueiredo Braz³, Jéssica Laura Miranda Peixoto³, Aline Yumi Conde Watanabe¹, Daise Aparecida Rossi⁴, Roberta Torres de Melo⁴

¹Estudante do Curso de Medicina Veterinária - FAMEV - UFU; E-mail: carolfdumont@gmail.com, yumiwatanabe.c@gmail.com; ²Discente do Programa Uniprofissional em Medicina Veterinária Preventiva – FAMEV – UFU; E-mail: leticiasilvasantos76@gmail.com; ³Estudante do Curso de Mestrado - FAMEV – UFU; E-mail: llinevet@gmail.com; jessicalmpeixoto@gmail.com; ⁴Docente em Ciências Veterinárias – FAMEV – UFU. E-mail: daise.rossi@ufu.br; roberta.tmelo@ufu.br.

Resumo: *Campylobacter jejuni* é pouco conhecida quanto às características epidemiológicas e morfológicas, principalmente no estado viável não cultivável (VNC), não detectável em metodologias tradicionais de cultivo e identificação. Objetivou-se observar aspectos comportamentais, morfológicos e a organização intracelular de *C. jejuni* na forma VNC. Utilizou-se 27 cepas sob estresse térmico, nutricional e oxidativo, avaliou-se o tempo de aquisição integral de VNC. Em seguida, analisou-se a ultraestrutura em microscopia eletrônica de transmissão (MET) e varredura (MEV). As cepas apresentaram períodos diversos para formar VNC (média: 26 dias). A contagem inicial média foi 7,8 log UFC/mL, sendo os primeiros quatro dias determinantes para maior redução da contagem logarítmica (3,2 log UFC/mL) e média de 0,33 log UFC/mL para os demais. Observou-se estruturas semelhantes a bastonetes, forma cocóide em descaracterização progressiva em relação à forma típica da espécie em microscopia óptica. MEV e MET evidenciaram a transição de espiralada para VNC, inicialmente como bastão curvo assumindo formato reto, seguido da perda de flagelos, subdivisão em até 11 cocos imperfeitos em cadeia, ricos em conteúdo celular até sua liberação. Na forma VNC, há atividade celular e parede celular espessada, indicando mecanismo de proteção. Nos resultados do MET, ambas as formas apresentaram estruturas bacterianas típicas e o flagelo só foi identificado na forma viável. Os resultados demonstraram a continuidade na atividade celular do microrganismo VNC, variação no tempo para aquisição dessa forma de vida e o paradoxo entre a alteração expressiva na morfologia externa bacteriana acompanhada da manutenção da morfologia interna.

Palavras-chave: Adaptação; Campilobacteriose; MEV; MET; Saúde Pública

INTRODUÇÃO

Inegavelmente, o setor da agropecuária constitui um dos pilares da economia brasileira, respondendo por 21,4% do Produto Interno Bruto (PIB) e 43% do total de exportações do país; tais valores deixam o Brasil na posição de 4º maior exportador de *commodities* agrícolas do mundo, movendo cifras bilionárias e gerando milhares de

postos de trabalho de norte a sul (1). A avicultura, dentro desse contexto, é uma atividade de destaque do setor pecuário, com o Brasil ocupando a segunda colocação no ranking internacional de produtores da carne de frango e a primeira no de exportadores, além de ser a carne mais consumida pelo mercado interno (2). O rigoroso controle da sanidade avícola, portanto, é parâmetro essencial para garantia de qualidade e inocuidade do produto e para a manutenção das relações comerciais com outros países.

Diversos patógenos devem ser cuidadosamente controlados dentro da produção avícola; dentre eles, tem-se a bactéria *Campylobacter jejuni*, pertencente à família Campilobacteraceae, um microrganismo Gram-negativo com formato de bastonetes curvos, não-formador de esporos, de dimensões aproximadas de 0,2 a 0,8 µm por 0,5 a 5,0 µm, quimiorganotróficos que utilizam aminoácidos e intermediários do ciclo ácido tricarbóxico como fonte de energia e têm faixa de crescimento ótimo em atmosfera de 5% de O₂, 10% de CO₂ e 85% de N₂ (3). Frangos são considerados reservatórios intestinais de *C. jejuni*, sendo portadores assintomáticos, embora trabalho recente aponte que esta bactéria possa interagir com o trato intestinal de seus hospedeiros, alterando a absorção de nutrientes por alterações histomorfológicas das vilosidades (4).

C. jejuni é o principal agente etiológico envolvido nas gastroenterites desencadeadas por alimentos no continente europeu e nos Estados Unidos, sendo que a principal fonte de infecção relatada em ambas as localidades é a carne de frango consumida crua ou malcozida (5,6). No Brasil, no entanto, em virtude do problema sistemático de subnotificação das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) e da dificuldade de diagnóstico da campilobacteriose, encontramos poucos registros da doença em humanos e relacionados a pesquisas pontuais (7).

Clinicamente, a campilobacteriose em seres humanos tem como principais sintomas a diarreia, dor abdominal, febre, dor de cabeça, vômitos e náusea, com os sintomas surgindo entre dois e cinco dias após a ingestão, embora a bactéria possa continuar sendo eliminada nas fezes por semanas após o desaparecimento dos sintomas, o que contribui para a propagação do agente no ambiente (6). Embora na maioria das vezes a doença seja autolimitante, com os sintomas desaparecendo espontaneamente entre três e seis dias após seu surgimento, uma complicação frequentemente observada é a Síndrome de Guillain-Barré, uma polineuropatia que leva à desmielinização de nervos periféricos associados a uma paralisia flácida e, ocasionalmente, à morte. Outras afecções menos frequentes incluem peritonite, pancreatite, bacteremia e hemorragias ao longo do trato intestinal (8). O controle do patógeno no setor avícola, portanto, apresenta grande interesse para a saúde pública.

As legislações voltadas para o controle e erradicação de *C. jejuni* na cadeia de produção da carne de frango já avançaram consideravelmente ao longo dos últimos anos. No entanto, a metodologia proposta para isolamento, identificação e quantificação do patógeno ainda se dá por meio dos testes microbiológicos tradicionais (9). O estabelecimento de tais metodologias pode reduzir a sensibilidade diagnóstica, uma vez que *Campylobacter* spp. tem a capacidade de entrar em um estado viável mas não cultivável (VNC) quando expostas a estresses ambientais, tais como baixas temperaturas, presença de oxigênio em abundância, tratamento com sal e redução do aporte nutricional (10). Ao entrar nesse estado, as células não se multiplicam em meio de cultura convencional, porém mantêm a integridade de membrana, assumindo um formato cocóide, e reduzem sua taxa metabólica assumindo um estado de latência (11). Desta forma, as metodologias tradicionais baseadas em cultura bacteriana podem subestimar a

presença de células VNC em amostras, constituindo grave risco à saúde pública, uma vez que, embora as VNC em si sejam avirulentas pela sua expressão gênica reduzida, essas células têm potencial para retomada completa de seus fenótipos infecciosos em condições ambientais favoráveis (12).

Instigado pelo panorama apresentado, a presente pesquisa objetivou estimar qualitativa e quantitativamente o tempo despendido no desenvolvimento da forma VNC em 27 cepas de *Campylobacter jejuni*, bem como caracterizar seus aspectos morfológicos, visando sua melhor caracterização para possibilitar o desenvolvimento de métodos diagnósticos mais eficazes, dado o interesse que este agente representa para a saúde pública.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo de cepas

Foram utilizadas 27 cepas de *C. jejuni* com diferenças filogenéticas, que foram criopreservadas e isoladas de carcaças de frango, por Melo (13). As cepas foram reativadas em Ágar CCDA (Oxoid®) por 48 horas, na temperatura de 37 °C e sob condições de microaerofilia. Em seguida, 20 colônias foram adicionadas a 20 mL de caldo Mueller Hinton (MH) (Oxoid®) e incubadas a 37 °C, em condições de microaerofilia por 48 horas. Logo após, as amostras foram centrifugadas a 10.000 rpm, a 4 °C por 5 minutos. O pellet formado foi lavado em solução salina a 0,9% três vezes, e a suspensão resultante foi padronizada para um DO₆₀₀ de cerca de 0,4, equivalente a cerca de 7 log UFC/mL (PGInstruments®). Essa suspensão padronizada foi usada como um inóculo para obter a forma VNC. Todos os testes foram realizados em triplicata e a cepa padrão de *C. jejuni* IAL 2383 foi usada como controle de viabilidade.

Quantificação e obtenção da forma VNC

Para a quantificação e obtenção da forma VNC, utilizou-se a metodologia proposta por Magajna e Schraft (14), em que cepas em suspensão salina foram mantidas na presença de oxigênio, a temperatura de 4 °C por até 60 dias, a fim de simular condições de temperatura, nutrição e oxigênio suficientes para induzir o estado de VNC. Com isso, para a avaliação das culturas, realizou-se contagens rotineiras em placas de ágar CCDA e, em seguida, avaliou-se a morfologia em microscópio óptico, realizada a cada 4 dias e repetida 3 vezes para cada cepa. Com o intuito de realizar comparações, o dia 0 (inicial) corresponde às células antes da exposição ao estresse simulado.

Microscopia Eletrônica de Varredura

A partir do método proposto por Brown et al. (15), foram realizadas adaptações, com a finalidade de preparar os materiais para análise em Microscopia Eletrônica de Varredura. Assim, para a avaliação da morfologia externa, foram selecionadas aleatoriamente três cepas de *C. jejuni* nas formas típica e VNC em suspensão, lavadas e centrifugadas a 10.000 rpm, a 4 °C por 5 minutos. Foram pipetados 100 µL do pellet em um slide de poliuretano medindo 1 cm² revestido por membrana de celulose 0,22 µm de porosidade (Millipore®). Os slides foram secos em temperatura ambiente por 15 minutos e fixados com 2,5% de glutaraldeído e 2,5% de paraformaldeído em 0,1 M de tampão PBS (pH 7,4) durante overnight à temperatura de 4 °C. O fixador foi removido, e as amostras lavadas três vezes com tampão PBS. Os slides foram pós-fixados com tetróxido de ósmio 1% durante duas horas e lavados três vezes com tampão PBS. Os slides foram desidratados numa série de soluções de etanol (30, 40, 50, 60, 70, 80, e 90% e, em seguida, três vezes a 100%) durante 15 minutos para cada etapa. As amostras foram secas em CPD

(Ponto Crítico de Secagem) (CPD 030, Baltec, Alemanha) utilizando dióxido de carbono líquido como fluido de transição. O revestimento foi feito com uma camada de 20 nm de espessura de ouro (SCD 050, Baltec, Alemanha) e visualizadas em MEV VP Zeiss Supra 55 FEG SEM operando a 20 kV.

Microscopia Eletrônica de Transmissão

A partir de adaptações do método de Bozzolla et al. (16) para avaliar a morfologia interna, três cepas de *C. jejuni* nas formas típica e VNC foram fixadas em solução de Karnovsky (2,5% glutaraldeído; 2% paraformaldeído; tampão cacodilato de sódio 0,1 M, pH 7,2) por uma hora, centrifugada (2000 g) para decantar as células por cinco minutos e o sobrenadante descartado. Em seguida, a amostra foi minuciosamente lavada em tampão cacodilato de sódio (0,2 M) por seis horas, centrifugada e incluída em gelatina (0,5%).

Após isso, o material foi pós-fixado em solução de tetróxido de ósmio a 1% por uma hora. Realizou-se então, uma desidratação em séries crescentes de álcool a 50%, 70%, 80%, 90%, 95%, 100%, 100% e 100% ficando cinco minutos durante os cinco primeiros banhos e 10 minutos durante os três últimos. Com isso, para desidratação final aplicou-se três banhos de 10 minutos em óxido de propileno. Posteriormente, o material foi submetido a uma solução de resina Epon e óxido de propileno na proporção 2:1 e 1:1 por 12 e 6 horas, respectivamente. Em seguida, a amostra ficou na estufa a 37 °C por 12-24 horas. Após a evaporação de todo o óxido de propileno, os blocos foram incluídos em resina pura e mantidos durante 48 horas em estufa a 60 °C. Por fim, foram obtidos cortes ultrafinos no ultramicrotomo, os quais foram contrastados com acetato de uranila e nitrato de chumbo, analisados no Microscópio Eletrônico de Transmissão (HITACHI HT7700, Tóquio, Japão).

Análise estatística

Os resultados foram submetidos a uma análise descritiva percentual inicial. Para os testes comparativos foi verificada a normalidade dos dados seguido da aplicação de teste exato de Fischer para comparação de duas variáveis e *one way ANOVA* ou Kruskal-Wallis na comparação de três ou mais variáveis. O programa utilizado foi o Graph Pad Prism 8.0.1 com intervalo de confiança de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios de avaliação da viabilidade e aquisição da forma VNC foram conduzidos em condições de estresse nutricional, térmico e oxidativo a partir de uma quantidade média de 7,8 log UFC/mL da bactéria na sua forma planctônica, equivalente a $9,7 \times 10^7$ UFC/mL. Os resultados demonstraram que todas as cepas mantiveram a viabilidade até o oitavo dia e em seguida todas foram induzidas ao estado de VNC ao longo do tempo de exposição ao estresse.

A média de tempo gasto por *C. jejuni* para se tornar VNC foi de 26 dias. A aquisição da forma VNC variou de acordo com o tempo de exposição ao estresse térmico, nutricional e oxidativo, nos quais: quatro (14,8%) cepas adquiriram a forma VNC em 12 dias, nove (33,3%) em 20 dias, sete (25,9%) em 24 dias, três (11,1%) em 32 dias e quatro (14,8%) em 56 dias de estresse. Não houve variações entre as réplicas. De maneira geral, a maioria das cepas (16/27 – 59,3%) demorou 20 e 24 dias para adquirir a forma VNC. De acordo com Magajna e Schraft (14), em um estudo conduzido com três cepas foi necessário de 30 a 40 dias para aquisição da forma VNC. Tholozan et al. (17) observaram

a mudança em 14 dias sendo também observado viabilidade até 30 dias (18). De maneira semelhante, o tempo médio para atingir a forma não cultivável entre diferentes cepas de *C. jejuni* estava entre 18 e 28 dias (19).

Para todas as cepas observamos a alteração da forma espiral para a forma cocóide ao longo do tempo em microscopia óptica, o que também foi observado por Magajna e Schraft (14). Além disso, a presença concomitante de ambas as morfologias foi comum nos últimos oito e quatro dias anteriores à aquisição completa da forma VNC para todas as cepas, momento em que o crescimento médio das colônias se restringiu a uma média de 0,5 log UFC/mL, equivalente a 3,0 UFC/mL, evidenciando uma transição gradual. Estudos anteriores indicam que as células VNC coexistem com células cultiváveis e células mortas especialmente em culturas bacterianas laboratoriais (20).

O comportamento das cepas foi similar ao longo dos primeiros oito dias sob estresse, sendo que o quarto dia determinou a mais significativa redução média da forma cultivável de 3,2 log UFC/mL. Para os demais dias essa redução foi constante e com valor médio de 0,33 log UFC/mL. A partir do 12º dia observamos contagens distintas da forma cultivável entre as cepas no mesmo período, o que determinou as variações no tempo de aquisição da forma VNC. Do 20º dia até o 60º não observamos diferença significativa nas contagens para as cepas que mantiveram sua culturabilidade (figura 1).

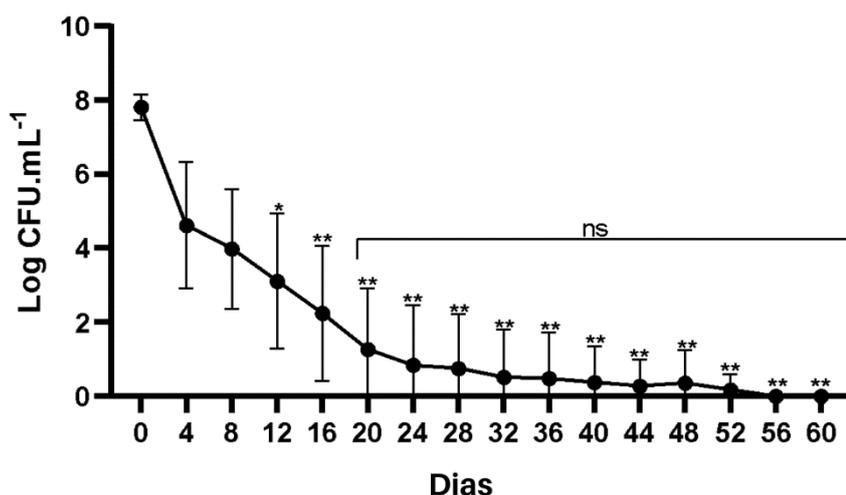


Figura 1.: Contagens de 27 *C. jejuni* ao longo do tempo sob estresse até a aquisição da forma VNC. ns não significativo; * p<0,05; ** p<0,01 usando teste Kruskal-Wallis. Barras de erros indicam o desvio padrão para as médias das contagens obtidas.

Alterações em relação aos aspectos morfológicos das formas viável e viável não cultivável (VNC) de *C. jejuni* foram observadas por meio das análises de MEV e MET. A forma viável manteve as características típicas da espécie, com estrutura helicoidal e espiralada, com aproximadamente 0,5–5 µm de comprimento por 0,2–0,8 µm de largura, com flagelo em uma ou ambas as extremidades (figura 2a). A forma VNC apresentou redução de tamanho e formatos arredondados, semelhantes a cocos, de aproximadamente 0,5µm de largura e comprimento, sem presença de flagelo. Os cocos mostraram-se organizados em agrupamentos semelhantes a colares de pérolas, com até 11 sequências ou individuais indicando um estágio avançado de adaptação (figura 2b). Esta organização

em formato cocóide está associada a retração citoplasmática (21), podendo ser ressuscitada quando em condições favoráveis.

Estas características também foram observadas em estudo realizado com *Campylobacter jejuni* das quais as observações de microscopia eletrônica de varredura demonstraram que as células VNC de *C. jejuni* eram mais curtas e mais grossas quando comparadas as células cultiváveis demonstrando que esta organização em formato cocóide está associada a retração citoplasmática (21), podendo ser ressuscitada quando em condições favoráveis (22). Os mecanismos referentes a esse estado de retorno em *Campylobacter* não são compreendidos, entretanto a inoculação de *C. jejuni* VNC em passagem em camundongos e pintinhos *in vivo* permite a conversão e indução de estado re-cultivável (23).

A variação em relação à morfologia externa de *C. jejuni* também foi realizada por Tangwatcharin et al. (24), que demonstraram uma extrema variação tanto no formato quanto no tamanho das células VNC.

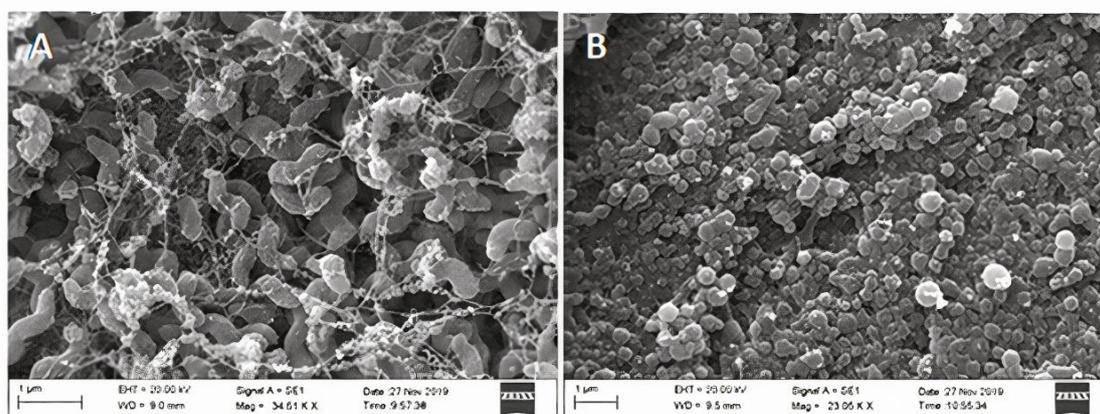


Figura 2: Imagens de microscopia eletrônica de varredura de *Campylobacter jejuni* em diferentes formas de vida: A – típica e B – Viável não cultivável.

Nas imagens de MET, ambas as formas, viável (figuras 3a) e VNC (figura 3b), apresentaram as estruturas internas bacterianas típicas, incluindo cápsula, parede celular, membrana plasmática, ribossomos e DNA cromossômico. Todo este arcabouço intracelular mantém a bactéria em metabolismo ativo até que haja condições para o ressuscitamento (25).

Em determinados casos observou-se flagelo na forma viável da bactéria (figura 3a), este permite movimentos suaves na mucosa do trato gastrointestinal, mas estudos sugerem que a forma cocóide não possui movimentos devido a incapacidade destas células de fornecer energia necessária ao movimento do flagelo (26). *C. jejuni* na forma VNC, expressou maior contraste e espessura de sua parede celular se comparada à forma viável, associada a algum mecanismo de proteção bacteriana. (figura 3b). Diferentemente seu conteúdo citoplasmático demonstrou menor contraste em relação a forma típica de *C. jejuni*. Estudos anteriores indicam que a forma VNC apresenta aumento no volume celular aliados à redução significativa de potássio em *C. jejuni* (17), que deixa evidente a alteração metabólica no sentido de minimizar os requisitos de manutenção celular, como em uma fase de latência (27, 28).

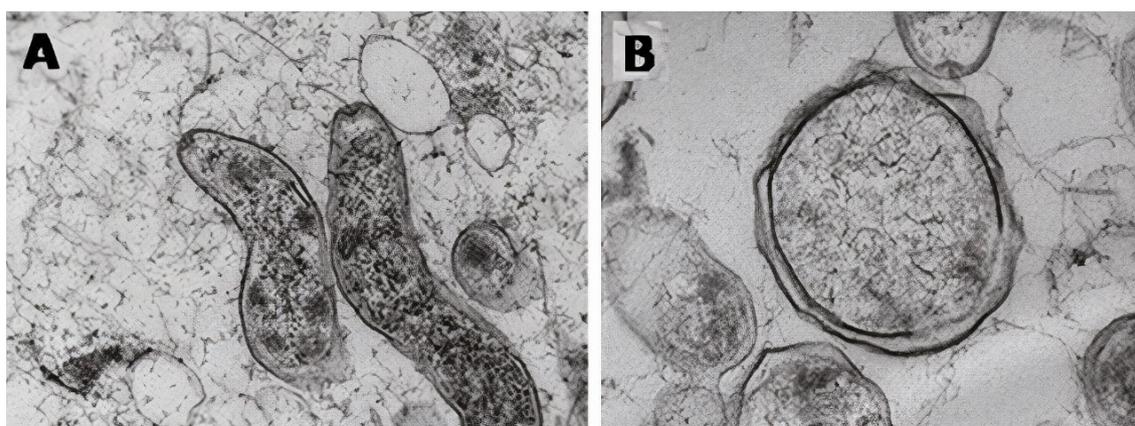


Figura 3: Imagens de microscopia eletrônica de transmissão de *Campylobacter jejuni* em diferentes formas de vida: A – típica, B – Viável não cultivável.

CONCLUSÕES

Foi possível observar cepas em forma VNC a partir de 12 dias, sendo a média geral adquirida em até 26 dias. As alterações morfológicas sofridas por *C. jejuni* preservam suas estruturas internas, uma atividade celular potencialmente reduzida, mas suficiente para garantir sua viabilidade no ambiente. Nesse contexto, o diagnóstico e o controle tanto do agente na forma típica quanto na forma VNC são fundamentais para assegurar a qualidade dos alimentos e a segurança do consumidor.

REFERÊNCIAS

1. CNA. Panorama do Agro [Internet]. Brasília-DF - SENAR. 2020 [acesso em 9 Out 2021]. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>>.
2. ABPA. Estatísticas: Desempenho de Produção. In: Central de inteligência de aves e suínos. Embrapa Suínos e Aves [Internet]. Brasília-DF: Embrapa. 2020 [acesso em 18 Out 2021]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>>.
3. Bolton DJ. *Campylobacter* virulence and survival factors. Food Microbiol. 2015;48:99-108.
4. Awad WA, Hess C, Hess M. Re-thinking the chicken – *Campylobacter jejuni* interaction: a review. Avian Pathol. 2018;9475:10-15.
5. EFSA. EFSA panel on biological hazards (BIOHAZ) Scientific opinion on *Campylobacter* in broiler meat production: controlo options and performance objectives and/orrr targets at different stages at the food chain. EFSA Journal, 2011;9:1-359.
6. CDC. Center for Disease Control and Prevention – *Campylobacter* [Internet]. Washington: CDC. [Acesso dia 15 Out 2021]. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/campylobacter/symptoms.html>>.

7. Cisco IC, Tedesco D, Perdoncini G, Santos SP, Rodrigues LB, Santos, LR. *Campylobacter jejuni* e *Campylobacter coli* em carcaças de frango resfriadas e congeladas. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2018;18:1-6.
8. Kim JM, Shin JA, Han SB, Cho B, Jeong DC, Kang JH, Abdinia B. Recurrent *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolated from raw chicken, pork and human clinical cases in Korea. *J Food Prot*. 2017;96:(25):18-20.
9. Cruz AIC, Brito DAP, Costa MC, Tavares GS, Passos ACS. Cortes de carne de frango in natura: qualidade física e microbiológica. *Braz J of Develop*. 2021;7(6):58430-58444.
10. Silva DT, Tejada TS, Blum-Menezes D, Dias PA, Timm CD. *Campylobacter* species isolated from poultry and humans and their analysis using PGE in southern Brazil. *Int J Food Microbiol*. 2016;217:189-194.
11. Ramamurthy T, Ghosh A, Pazhani GP, Shinoda S. Perspectives on viable but non-culturable (VBNC) pathogenic bacteria. *Front Public Health*. 2014;31:1-15.
12. Soro PW, Bolton DJ, Tiwari BJ. Strategies and novel technologies to control o *Campylobacter* in the poultry chain: a review. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2020;19(4):153-1377.
13. Melo, RT. Emergência de *Campylobacter jejuni* no setor avícola e na saúde pública do Brasil. 2017.186 p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2017.
14. Magajna B, Schraft H. Evaluation of propidium monoazide and quantitative PCR to quantify viable *Campylobacter jejuni* biofilm and planktonic cells in log phase and in a viable but nonculturable state. *J Food Prot*. 2015;78(7):1303-1311.
15. Brown HL, Reuter M, Salyt LJ, Cross KL, Betts RP, van Vliet AHM. Chicken juice enhances surface attachment and biofilm formation of *Campylobacter jejuni*. *Appl and Environ Microbiol*. 2014;80(22):7053-7060.
16. Bozzola JJ, Russell LD. *Electron microscopy: principles and techniques for biologists*. 2 ed. Sudbury: Jones and Bartlett Publishers.1998;670.
17. Tholozan JL, Cappelier JM, Tissier JP, Dellatre G, Federighi M. Physiological Characterization of Viable-but-Nonculturable *Campylobacter jejuni* Cells. *Appl Environ Microbiol*. 1999; 65(3) 1110–1116.
18. Federighi M, Tholozan J, Cappelier J, Tissier J, Jouve J. Evidence of non-cocoid viable but non-culturable *Campylobacter jejuni* cells in microcosm water by direct viable count, CTC-DAPI double staining, and scanning electron microscopy. *Food Microbiol*. 1998; 15(5): 539-550.

19. Federighi M, Tholozan JL, Cappelier JM, Tissier JP,. Evidence of non-cocoid viable but non-culturable *Campylobacter jejuni* cells in microcosm water by direct viable count, CTC-DAPI double staining and scanning electron microscopy. *Food Microbiol.* 2013; 15(5), 539–550.
20. Ayrapetyan M, Williams T, Oliver JD. Relationship between the Viable but Nonculturable State and Antibiotic Persister Cells. *J of Bacteriol.* 2018; 200(20):e00249-18.
21. Leão HF. *Campylobacter spp.* em matrizes cárneas consumidas no Brasil. 2018. 84 p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018.
22. Stern NJ, Jones DM, Wesley IV, Rollins DM. Colonization of chicks by non-culturable *Campylobacter spp.* *Letters in Applied Microbiology.* 1994;18(6):333–6.
23. Baffone W, Casaroli A, Citterio B, Pierfelici L, Campana R, Vittoria E, et al. *Campylobacter jejuni* loss of culturability in aqueous microcosms and ability to resuscitate in a mouse model. *Int J Food Microbiol.* 2006; 107(1): 83–91.
24. Tangwatcharin P, Chanthachum S, Khopaibool P, Griffiths MW. Morphological and Physiological Responses of *Campylobacter jejuni* to Stress. *J Food Prot.* 2006; 69(11): 2747–2753.
25. Ikeda N, Karlyshev AV. Putative mechanisms and biological role of coccooid form formation in *Campylobacter jejuni*. *Eur J Microbiol Immunol.* 2012; 2(1):41–9.
26. Moore JE. Bacterial dormancy in *Campylobacter*: abstract theory or cause for concern? *Int J Food Sci Technol.* 2001; 36(6): 593–600.
27. Thomas C, Hill DJ, Mabey M, Morphological changes of synchronized *Campylobacter jejuni* populations during growth in single phase liquid culture. *Lett Appl Microbiol.* 1999; 28(3): 194–198.
28. Harvey L. Analysis of coccal cell formation by *Campylobacter jejuni* using continuous culture techniques, and the importance of oxidative stress. *Journal of Applied Microbiology.* 1998; 85(2): 398–404.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-55>

Capítulo 55

FRAUDES ALIMENTARES EM PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL: UMA REVISÃO

Débora de Campos¹; Janaina Lustosa Goncales¹; Laura Woigt Pian¹; Natália Peccin Biarzolo¹; Simara Larissa Fanalli²; Albino Luchiari Filho³; Aline Silva Mello Cesar⁴.

¹Estudante do Curso de Ciências dos Alimentos- ESALQ- USP; E-mail: debora.campos@usp.br; jana.lustosa@usp.br; laura.woigt@usp.br; nataliapeccin@usp.br; ⁵Pós-graduanda no Programa de Biociência Animal FZEA – USP; E-mail: simarafanalli@usp.br; ³Pesquisador Colaborador do Depto de Agroindústria, Alimentos e Nutrição- ESALQ-USP. E-mail: luchiari@usp.br; ⁴Docente/pesquisador do Depto de Agroindústria, Alimentos e Nutrição- ESALQ –USP. E-mail: alinecesar@usp.br.

Resumo: Com o aumento da produção e da demanda por alimentos de origem animal, a sua segurança e autenticidade passaram a ser pontos chave de interesse econômico e de saúde públicos. Estes alimentos são susceptíveis às contaminações em diversas etapas de produção, tanto de forma acidental quanto intencional, sendo esta segunda considerada fraude alimentar. A fraude é considerada crime e tem sido praticada em nível mundial, caracterizada principalmente por falsificação ou adulteração de produtos destinados à alimentação humana. Este tipo de crime está previsto no art. 272 do código penal brasileiro. Dentre os produtos de origem animal, a carne, o leite, o mel e o peixe são os alimentos mais susceptíveis às ações fraudulentas, justamente pelo seu alto valor comercial e nutricional. Nas últimas décadas, diferentes tecnologias têm sido propostas para a detecção de fraudes em produtos de origem animal, sendo as técnicas da biologia molecular uma das amplamente utilizadas devido ao seu baixo custo atual, tempo para obtenção dos resultados, repetibilidade e sensibilidade das técnicas. Diante disso, essa revisão tem como finalidade abranger de forma geral as fraudes mais comuns dentre os alimentos de origem animal mais comumente fraudados em todo o mundo, bem como os métodos de detecção de fraudes e suas limitações. Assim como, discutir os diferentes tipos de fraudes e como estas afetam a saúde do consumidor.

Palavras-chave: biologia molecular; fraude alimentar; produtos de origem animal; saúde pública

INTRODUÇÃO

Com base no Decreto nº 9.013 (que regulamenta a Lei nº 7.889/1989), de 29 de março de 2017, no art. 16 fica classificado como estabelecimento de produtos de origem animal: carne e derivados, pescados e derivados, ovos e derivados, leite e derivados e produtos de abelhas e derivados (1). Ademais, para a comercialização dos mesmos serem garantidas no solo brasileiro é necessário adquirir o selo de inspeção sanitária, que é

expedido pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF). As regras sanitárias para a conquista do selo SIF são diretamente niveladas com o *Codex Alimentarius*, que é um programa criado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), e tem como objetivo formar normas internacionais na área alimentícia, para forçar os países membros a aceitarem essas regras de segurança sanitária vigente em escala internacional (2). A inquietação contida nessas regras é com a segurança alimentar, no inglês *food safety*, que se caracteriza pelas situações e hábitos que vão proteger a qualidade sanitária dos alimentos e vão prevenir a população de doenças de origem alimentar (3).

A fraude alimentar é uma realidade vivida no dia a dia da população, com alimentos de origem animais mais suscetíveis às fraudes como a carne, o leite, o mel e o peixe (4). Contudo, o desenvolvimento de novas metodologias para detecção das mesmas também vem avançando. Atualmente as ferramentas da biologia molecular têm sido grandes aliadas na identificação e combate às fraudes alimentares. Dessa forma, é de suma importância o estudo científico que possibilite o nosso conhecimento sobre as fraudes alimentares e como elas afetam a economia e a saúde pública.

Com isso, essa revisão tem como objetivo definir o que são fraudes alimentares, apresentar os diferentes tipos, quais são as mais comumente praticadas em alimentos de origem animal, sua relação com a saúde humana, bem como as novas tecnologias envolvidas na detecção, incluindo principalmente as técnicas de biologia molecular.

1. DEFINIÇÃO

Hoje em dia, as pessoas buscam cada vez mais pela otimização do tempo em todos os aspectos, mas em especial quando trata-se da preparação de refeições, em busca da praticidade e em razão disso, os alimentos industrializados são uma facilidade quando refere-se à essa temática que é tão comum e faz parte da rotina da população. Por outro lado, as indústrias alimentícias conseqüentemente têm acumulado muitas demandas para atender a população e algumas acabam objetivando ganhos econômicos e por isso vem ocorrendo cada vez mais a fraude em alimentos, “*food fraud*” do inglês (5).

Essas fraudes acontecem visando ganhos econômicos por meio de adulterações e alterações nos produtos, então, de maneira genérica a fraude se dá por meio da substituição ou adição de determinado(s) ingrediente(s), e isso ocorre de maneira intencional com o objetivo de aumentar os ganhos financeiros sobre o produto fraudado, além disso, tudo o que distancia ou muda o produto de suas particularidades normais de maneira intencional, é conceituado como fraude e podem ser classificadas como fraudes por adulteração, falsificação e/ou substituição (5).

1.1 FRAUDES POR ADULTERAÇÃO, SUBSTITUIÇÃO E/OU FALSIFICAÇÃO.

Dentre os tipos de fraudes alimentares de maior ocorrência em todo o mundo, estão as fraudes por adulteração que ocorre quando se emprega aditivos ou processamento não permitidos com o objetivo de ocultar ou camuflar muitas vezes a qualidade da matéria prima ou algum tipo de imperfeição durante a fabricação do produto final, como por exemplo, o uso do nitrato em carnes (6).

Outra fraude muito comum é a fraude por substituição, que ocorre quando é feita a substituição do produto principal, por exemplo, carne, leite, mel, por outra espécie ou matéria-prima que possua um valor comercial mais baixo, visando o aumento dos lucros

por parte da empresa, essa prática tem se tornado muito comum e acontece com certa constância (7).

Em relação à fraude por falsificação, esta se caracteriza pela venda de outro alimento qualquer com atributos sensoriais e físico-químicos iguais ou muito parecidos com o alimento verdadeiro ou legítimo que muitas vezes sem qualquer relação. Um exemplo típico da fraude por falsificação em produtos de origem animal é a comercialização do peixe paloco como um verdadeiro bacalhau salgado (8), que tem seu valor comercial significativamente maior.

1.2 FRAUDES, SAÚDE PÚBLICA E PREJUÍZOS FINANCEIROS

Quando se trata de fraudes, o objetivo principal das empresas e estabelecimentos de produção de alimentos que a praticam é o lucro e a diminuição de gastos, porém quem paga o preço maior por essas práticas irregulares são os consumidores, as maiores vítimas desse crime que lamentavelmente os atinge de maneira direta. Isto ocorre porque quando algum ingrediente indevido ou não permitido é substituído ou adicionado intencionalmente à um produto alimentício compromete a saúde das pessoas dentre diversos âmbitos trazendo alguns problemas como: doenças renais, cardíacas, hipertensão, diabetes do tipo 2, casos graves de alergia, morte do consumidor, além da frustração de pagar por um produto e receber algo divergente do esperado, com uma qualidade menor e sem garantia de segurança do alimento (9).

A fraude e os prejuízos financeiros são duas temáticas que afligem a economia mundial, é estimado que a fraude alimentar ocupe uma despesa de aproximadamente 49 bilhões de dólares e além do mais, pelo menos 10% das mercadorias adquiridas pelas pessoas estão adulteradas, por isso, estes dados provam que essa questão é digna de uma atenção maior por parte dos órgãos governamentais para que cada vez menos o consumidor seja afetado em relação à sua saúde e ao seu bolso (10).

2. ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL MAIS FRAUDADOS

Segundo o KC- FFQ (*Knowledge Centre for Food Fraud and Quality*) da União Europeia, os alimentos que estão mais sujeitos às fraudes são o azeite, o leite, a carne, o mel, o açafraão, o suco de laranja, o suco de maçã, o vinho, o extrato de baunilha e o peixe. Além disso, de acordo com um estudo realizado pelo parlamento Europeu sobre a crise alimentar, as fraudes nas cadeias alimentares e o seu respectivo controle, os 10 produtos mais fraudados vão desde alimentos orgânicos, até sucos de frutas. Dentre os alimentos de origem animal, o peixe se encontra em segundo lugar, o leite em quarto lugar e o mel em sexto lugar na lista dos produtos mais fraudados no mundo (11).

No Brasil, conforme a Secretaria de Saúde do Estado de Goiás, dentre os alimentos mais fraudados destaca-se o leite, o pescado, as carnes (bovinas, suínas e aves) e também o mel (12).

2.1 CARNE

Há uma ampla variedade de carnes e derivados com valores de mercado agregados diferentes, isso se deve a inúmeros fatores, principalmente devido à sua origem biológica o que acarreta preço de venda diferenciado e, portanto, adulterações relacionadas à adição de carne de outro animal com baixo valor de mercado (13). Assim, uma das fraudes mais frequentes na carne ou nos produtos cárneos é a substituição total e parcial de espécies

com um valor comercial maior por outras de menor valor (12). Esse tipo de fraude caracteriza-se por ser confuso de ser identificado pelo consumidor, em específico a produtos carnes processados, uma vez que a inspeção visual não é suficiente para identificar diferentes componentes do item, o que não ocorre, por exemplo, na carne *in natura* (10).

Um modelo de substituição de espécie que acontece nos produtos com carne processada é a alteração de carne bovina por carne suína ou por derivados de suínos, como: gordura, colágeno, plasma, entre outros. Essa substituição se dá especialmente devido ao seu baixo preço e maior oferta no mercado (14).

De acordo com um estudo realizado pela *Food Standards Agency (FSA)*, no Reino Unido (setembro, 2018), acima de 20% dos produtos avaliados apresentava DNA de espécies animais que não estavam identificados no rótulo. A carne de borrego obteve maior contaminação por outras espécies e em segundo lugar a carne de vaca. Vale ressaltar que a existência de carne de outras espécies animais que não é apresentada na rotulagem é motivo de preocupação, principalmente a grupos religiosos, como os muçulmanos, os quais só consomem carne *Halal*, sendo o consumo de carne suína e seus derivados rigorosamente proibidos (14). Além disso, a troca de espécies de menor possibilidade alergênico por outras que têm um maior potencial alergênico, põe em perigo os consumidores alérgicos (15).

Um marco relacionado à fraude de carnes no Brasil foi a “Operação Carne Fraca”, comandada pela polícia federal em 2017. Essa operação revelou muitas adulterações em carnes por meio de grandes empresas brasileiras. Dentre as principais fraudes alimentares, pode-se destacar a adição de aditivos alimentares com o propósito de manter o frescor da carne, disfarçando aspectos de deterioração, sendo que tal prática é proibida pela legislação brasileira em carnes *in natura*. Além disso, foi revelado a inserção ilegal de ingredientes com a qualidade inferior, como a carne mecanicamente separada, utilizada com objetivo de redução nos custos (16).

A adição de componentes como água ou aditivos é permitido respeitando os limites da legislação, mas não com o objetivo de mascarar o frescor da carne para o consumidor (como por exemplo, adição de nitritos e nitratos), ou a qualidade, como aumentar o peso da carne com adição de água (10).

2.2 LEITE

O leite possui alto valor nutricional, contém teores importantes de proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e minerais essenciais e é consumido globalmente tanto por crianças quanto adultos. Com isso, o consumo do leite aumentou em todo o mundo, por ser um grande aliado para uma dieta equilibrada, porém, esse alto consumo ocasionou em uma maior vulnerabilidade à fraude. Um dos maiores problemas enfrentados pela indústria de laticínios e pelos governos, é a fraude do leite, não somente pelas perdas financeiras, mas também pelo alto risco para a saúde pública (17).

De acordo com a legislação vigente, a fraude no leite é caracterizada pela adição de água e retirada de qualquer um de seus compostos (exceto no leite desnatado e semidesnatado), além da adição de substâncias conservantes ou qualquer outro elemento estranho à sua composição, rótulo com existência de informação enganosa, venda do leite cru como pasteurizado e a liberação ao consumo sem as garantias de qualidade (18). O

ato de fraudar o alimento pode ocorrer em qualquer etapa do processo produtivo, desde a fazenda, transporte, indústria e comércio, até nas prateleiras (16).

De acordo com Montgomery et al. (19) dados coletados a partir do Sistema de Alerta Rápido da UE para Alimentos e Rações (RASFF) auxiliam e fornecem informações de riscos na cadeia alimentar de interesse público ocorrido na União Europeia. A partir da ferramenta, além de interpretação de probabilidade de ocorrência de perigo prioriza o nível do risco, auxiliando no monitoramento.

No Brasil, uma operação memorável foi a do “Leite Compensado”, coordenado pelo Ministério Público, com início em 2013. Muitas denúncias revelaram fraudes no leite e seus derivados por meio da adição de água para aumentar o seu volume e adição de formol para mascarar a adição de água. Além disso, também foi descoberto a adição de soda cáustica (NaOH) a fim de neutralizar a acidez, que é um indicador da deterioração do leite por intermédio da ação de microrganismos que fermentam (acidificam) a bebida (16).

A alteração intencional é a fraude mais popular no leite, ela consiste na modificação da composição do leite por meio do acréscimo ou subtração de substâncias químicas próprias ou não próprias do leite. Dentre as alterações intencionais ocorridas nas etapas de coleta e transporte, a mais aplicada é a adição de água com o intuito de elevar seu volume e o acréscimo de alcalinos (soda cáustica). Para ampliar a estabilidade da qualidade e abaixar a acidez, adicionam compostos conservantes, como o formol, ácido bórico, peróxido de hidrogênio e ácido salicílico, que inibem o crescimento microbiológico (17). Já nas fraudes de remoção, ocorre o desnate como sendo a técnica mais comum utilizada, atingindo diretamente o teor de gordura do leite. Além disso, também são considerados como fraude os resíduos de antibióticos, pois alteram a composição do leite, prejudicando a obtenção de queijos e dos produtos fermentados (17).

A fraude mais comum encontrada na indústria de laticínios é o uso de diferentes tipos de leite, com um preço inferior, a fim de lucrar mais. A periodicidade e o valor do leite de algumas espécies, como o de ovelha, cabra, e búfalo, além de apresentarem maior valor de mercado quando comparado com o de vaca, são um encorajamento para que esses produtos sofram adulteração com um leite que apresenta menor preço e maior disponibilidade (17). Como já dito anteriormente, essa mistura é ilegal e pode acontecer durante o processo de fabricação de queijos e de outros produtos lácteos que muitas vezes são classificados com selos constando “leite puro”. Além disso, outra fraude muito comum é a rotulagem enganosa, como alegações falsas sobre o lote, a data de validade, os ingredientes, o peso líquido real e até mesmo sobre os alergênicos (17).

2.3 MEL

O mel de abelha é considerado um fluido viscoso, aromático e doce. Tem uma alta concentração de açúcares, como a glicose e a frutose, há também ácidos orgânicos, aminoácidos, minerais e fenóis. Pode ser produzido por meio do néctar das flores (mel floral), ou pelas secreções de insetos que tem uma alimentação baseada no consumo de partes vivas das plantas (mel de melato), que tem como finalidade nutrir as abelhas em época de escassez (20). O consumo de mel no Brasil está associado a uma perspicácia de que esse alimento natural é um remédio muito utilizado para tratar doenças respiratórias (21). Além disso, apresenta disponibilidade limitada e alto preço, assim, a procura por

esse alimento tem crescido nos últimos anos, pois o mesmo é um grande aliado de uma dieta balanceada e uma melhoria na qualidade de vida (20).

Além de desenvolver um papel único na dieta humana, o mel é empregado na indústria farmacêutica e cosmética. Com isso, a sua autenticidade tem uma importância fundamental para as autoridades, consumidores, comerciantes e produtores (22). Dentre os requisitos de qualidade estabelecidos pelo *Codex Alimentarius*, alguns são que o mel não deve conter o acréscimo de qualquer ingrediente, nem de qualquer constituinte que não faça parte de sua composição inicial. Além disso, não deve conter matérias indesejáveis como sabor, aroma ou odor estranhos, bem como não deve apresentar manifestações de fermentação, e muito menos deve ser aquecido ou processado, fazendo com que sua composição inicial seja modificada ou comprometida (22).

Infelizmente a adulteração do mel é um problema mundial. A fraude pode ocorrer por meio da adição de caramelo ou outro tipo de açúcar como a adição de xaropes de açúcar (xaropes de milho), após a colheita. Adição de corantes e edulcorantes artificiais, bem como a adição de água. A venda do mel com nome de origem enganadora, ou o aquecimento excessivo do mel, também são exemplos de fraudes aplicadas a este produto (16). Parâmetros relacionados à qualidade e identidade são fundamentais para a detecção de contaminantes e de possíveis alterações. Os adulterantes são identificados por meio de métodos físico-químicos, para mel adulterado com xarope de açúcar invertido e xarope de cana de açúcar a detecção pode ser realizada por métodos químicos, como HMF (hidroximetilfurfural), glicose, sacarose, frutose e atividade diastráctica (23).

2.4 PEIXE

O pescado é considerado uma das principais fontes de proteína na dieta humana, possui um alto valor nutricional e tem mostrado um crescimento elevado em relação a sua produção e consumo (3). Como o pescado é um alimento que está em alta por ser rico nutricionalmente e ter uma grande diversidade de espécies semelhantes, ele se torna um alvo fácil para práticas fraudulentas, que podem ocorrer em toda cadeia produtiva (24).

No Brasil, a prática de fraude do pescado é relatada frequentemente em estudos de pesquisas científicas. Uma pesquisa feita no município de Niterói - Rio de Janeiro em 1996, apontou que mais de 70% das adulterações na comercialização desse produto eram por substituição de espécie (25). Além disso, em 2017 um estudo mostrou que dentre 12 estabelecimentos de comercialização de peixe fresco, o tambaqui, surubim, pargo e pescada amarela, foram substituídos por outros de baixo valor comercial (19). Já em 2020, uma pesquisa realizada com rótulos de pescado congelado de uma rede de hipermercados em Joinville - Santa Catarina, constatou inconsistências nas informações técnicas e em relação a qualidade do rótulo em 8 a 10% dos produtos (26).

De acordo com a literatura, uma das fraudes mais comuns no comércio de pescados é a substituição de uma espécie cara, por uma mais barata. Em seguida, podemos ressaltar também a prática de embalar um peixe diferente daquela que é informado no rótulo do produto. Além disso, são comuns irregularidades como pescados sem procedência ou comércio com data de validade falsa (16). Por fim, temos a adição em excesso de água por meio de técnicas inadequadas no processo de congelamento, ou então, pelo uso indevido de aditivos, como o fosfato, ou sulfito em camarão e lagosta, fora do permitido na legislação brasileira (27).

Diversos estudos buscam desenvolver técnicas e abordagens não destrutivas para detectar a presença de adulterantes (13). Técnicas envolvendo investigação das proteínas do leite e os métodos baseados na análise molecular como relacionado a análise de DNA e utilizando a técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) (19).

3. TÉCNICAS DE DETECÇÃO E A BIOLOGIA MOLECULAR

A escolha das técnicas de identificação ou detecção de fraudes é dependente da matriz do alimento, da sensibilidade e especificidade pretendida e da rapidez necessária para a obtenção dos resultados (28). Embora as matrizes alimentares tenham composição complexa, a biotecnologia tem inovado e trazido ferramentas que permitem dar respostas essenciais e de forma eficiente na qual podem se basear na análise de proteínas como nas técnicas cromatográficas, imunoenzimáticas e eletroforéticas ou pelas análises de DNA na qual se utiliza ferramentas de biologia molecular (28).

Em relação ao mel os métodos utilizados para a detecção de fraude são: análise eletroquímica, cromatografia em camada delgada, cromatografia em fase gasosa, métodos enzimáticos, cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), além de cromatografia de troca iônica, espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), dentre outros. Já dentre os métodos mais recentes, tem-se a microscopia combinada com PCR em tempo real, espectroscopia de fluorescência tridimensional acoplada à calibração multivariada, sensor de deslocamento de fibra óptica, língua eletrônica e ressonância magnética nuclear (RMN), apesar de serem métodos tecnológicos a detecção simultânea de adulterantes ainda não é possível (17).

A detecção de fraude em leite pode ser realizada de diversas maneiras, tem-se como exemplos a determinação da densidade para verificar se houve desnatação prévia ou adição de água; crioscopia, para comprovar adição de água; HPLC e cromatografia gasosa, visando detectar conservantes de alimentos; calorimetria de varredura diferencial (DSC), para verificar a adulteração por água; eletroforese em gel de poliacrilamida (PAGE) ensaio, imunoenzimático (*ELISA - Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay*), reação em cadeia da polimerase (PCR) e ionização/dessorção a laser assistida por matriz (MALDI), utilizada para detectar a mistura de leites de diversas espécies animais (17).

Estudo realizado por Silva et al. (24), utilizou um smartphone para detectar a adulteração de leite por formaldeído com base em imagens digitais, uma tecnologia emergente. A análise engloba a obtenção de imagens e a conversão dos dados em um sistema de cor adequado, RGB (*Red, Green, Blue*), por meio de um software.

Para identificação de carne provenientes de animais de diferentes espécies são utilizadas técnicas como microscopia óptica clássica, a eletroforese, os imunoenaios, como ELISA, e HPLC. É importante ressaltar que quando se trata de produtos cárneos processados os quais passam por processos térmicos, a utilização de alguns métodos de análises de proteínas perde sua eficácia, pois em altas temperaturas as proteínas desnaturam, levando à perda de especificidade (29).

As técnicas de biologia molecular estão emergindo cada vez mais como uma alternativa mais eficiente para avaliar um grande número de amostras e alimentos processados de diferentes matrizes alimentares. Esses métodos moleculares estão sendo utilizados como ferramentas chave na determinação e mensuração de DNA exógeno nas amostras de alimentos e produtos, mesmo que este DNA esteja presente em quantidades

ínfimas e sejam específicos e robustos, além disso, as técnicas podem ser aplicadas em produtos alimentares processados (19).

A tecnologia de rastreabilidade de espécies vem melhorando gradualmente, tendo como as principais ferramentas a reação em cadeia da polimerase (PCR), PCR em tempo real e métodos de sequenciamento de DNA de próxima geração (12).

O uso de DNA *barcoding* tem sido considerado uma técnica promissora e precisa para detectar fraudes por substituição. No caso de peixes, por exemplo, esta técnica é amplamente utilizada e consiste em utilizar uma sequência genética de DNA mitocondrial para identificar a espécie de peixes (4).

CONCLUSÕES

Com essa revisão, pode-se concluir que a fraude alimentar tem se tornado uma prática cada vez mais comum, afetando diretamente a saúde do consumidor, além disso, os alimentos fraudados excluem a segurança e a liberdade de escolha dos consumidores, uma vez que eles são enganados durante o consumo. Apesar dos desenvolvimentos de novas técnicas de detecção, a fiscalização se apresenta como um fator limitante para a identificação da fraude, uma vez que há um interesse econômico por trás dessa prática.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Decreto 9.013, De 29 De Março De 2017. DECRETO N°9013 29 março 2017 [Internet]. 2017;1–108. Available from: <https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=NzU2NQ%2C%2C>
2. Ribeiro H, Jaime PC, Ventura D. Alimentação e sustentabilidade. Estudos Avançados. 2017;31.
3. FAO. THE FUTURE OF FOOD CONTENTS. Food Agric Organ United Nations. 2019;28.
4. FAO. Food Fraud-Intention, Detection, and Management. Food Saf Tech Toolkit Asia Pacific No 5 Bangkok. 2021;44.
5. Oliveira SRB, Moraes LDLS, Coelho CP. Fraudes em alimentos industrializados 11 de fevereiro de 2021 0. Pubsáude. 2021.
6. Oliveira MAM de. Segurança na Cadeia alimentar – Estudo de Fraudes. 2016;14–38.
7. Rebouças L de OS, Gomes RB. Fraudes no processamento do pescado. Pubvet. 2017;11.
8. Filipa A, Pinheiro T. Ana Filipa Teixeira Pinheiro. Avaliação da vulnerabilidade à Fraude Alimentar- O caso do Talho Nacional. Rev Évora. 2019.
9. Aragão E de M. Principais fraudes no leite de bovinos: tipos, métodos de detecção e impactos na saúde pública [Internet]. 2021. Available from: <https://emea.mitsubishielectric.com/ar/products-solutions/factory-automation/index.html>
10. Correia AMN. Fraude Alimentar: fatores de risco e medidas de controlo e prevenção. 2018;1–132.
11. Comité ENVI Parlamento Europeu. Relatório sobre Crise alimentar, fraudes na cadeia alimentar e respetivo controlo (2013/2091(INI)). 2013.

12. Carvalho ACDS, Gennari SM, Paschoalin VMF. Consumption of animal products and frauds: DNA-based methods for the investigation of authenticity and traceability in dairy and meat-derived products – a review. *Brazilian J Vet Res Anim Sci.* 2015;52.
13. Hassoun A, Måge I, Schmidt WF, Temiz HT, Li L, Kim HY, et al. Fraud in animal origin food products: Advances in emerging spectroscopic detection methods over the past five years. Vol. 9, *Foods.* 2020.
14. Amaral JS, Mafra I, Oliveira MBPP. Riscos e alimentos - Riscos e benefícios associados ao consumo de carne de caça. *Asae.* 2015; 9.
15. Sol M, Albery AR, Mêncio I, Machado T. Detecção de fraudes alimentares em carne - análise de ADN. *Asae.* 2015; 9.
16. EALI. Fraudes em alimentos: conheça os principais alvos de adulteração [Internet]. 2020. Available from: <https://www.eali.com.br/post/fraudes-em-alimentos-conheça-os-principais-alvos-de-adulteração>
17. Safety F. Fraudes no leite: riscos para a segurança dos alimentos e para a Saúde Pública [Internet]. 2019. Available from: <https://foodsafetybrazil.org/fraudes-leite-saude-publica-e-seguranca-de-alimentos/>
18. ABRANTES MR, CAMPÊLO C da S, SILVA JBA da. Fraude em leite: Métodos de detecção e implicações para o consumidor. *Rev Inst Adolfo Lutz.* 1941.
19. Silva CL, Sales GA, Santos Neto JG, Silva J da S e, Lara AP de SS de, Lima SCG de, et al. Detecção de fraude em amostras comerciais de queijo bubalino por adição de leite bovino por meio da técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) multiplex. *Rev Inst Adolfo Lutz.* 2015;74.
20. Sá AA de SLN, Santos FA de ML. Avaliação da ocorrência de fraudes em amostras de mel de abelha comercializadas em mercados públicos da cidade do Recife [Internet]. *Journal of Physical Therapy Science.* 2018. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.07.010><http://dx.doi.org/10.1016/j.visres.2014.07.001><https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.08.006><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24582474><https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.007><https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.007>
21. Cheung TL, Gerber RM. Oportunidades e Desafios à Comercialização de Mel de Abelhas Produzido por Povos Indígenas do Estado de Santa Catarina: uma pesquisa exploratória. *Econ e Adm.* 2009;29–41.
22. Nascimento D. Parâmetros de avaliação da qualidade do mel e percepção do risco pelo consumidor. *Fac Ciências da Univ do Porto.* 2013.
23. Food Safety Brasil. Avanços na detecção de adulteração de mel. 2019.
24. Silva AFS, Gonçalves IC, Rocha FRP. Smartphone-based digital images as a novel approach to determine formaldehyde as a milk adulterant. *Food Control.* 2021;125.
25. Lima FC de, Mesquita E de FM de. Fraudes detectadas na comercialização de pescado no município de Niterói, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev Bras Ciência Veterinária.* 1996;3.
26. Da Silva N, Keller Alves M. Avaliação da Conformidade de Rótulos de Pescado Comercializado em Caxias do Sul. *Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde.* 2020;24.

27. Medeiros A. Fraudes na cadeia produtiva do pescado: uma realidade mundial [Internet]. 2021. Available from: <https://portalefood.com.br/food-fraud/fraudes-na-cadeia-produtiva-do-pescado-uma-realidade-mundial/>
28. Lopes, Ana Rita Lemos. Métodos de biologia molecular aplicados à segurança alimentar e sua validação identificação de espécies de bovino (*Bos taurus*) e Métodos de biologia molecular aplicados à segurança alimentar: identificação de espécies de bovino (*Bos taurus*) e suíno. 2013.
29. Teixeira L V., Teixeira CS, Oliveira DAA. Identificação espécie-específica de carnes e produtos cárneos de origem bubalina e bovina pela técnica de PCR-RFLP. Arq Bras Med Vet e Zootec. 2015;67.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-56>

Capítulo 56

FATORES PARA OCORRÊNCIA DE CARNE BOVINA DFD

Larissa Diana Batista Garcia ¹; Rafael dos Santos Costa ²

¹Estudante do Curso de Medicina Veterinária – UniSalesiano; E-mail: larissadianabg@outlook.com

²Médico Veterinário - Doutor em Ciência Animal - UENF - SIE/RJ. E-mail: rafaelroyal@yahoo.com.br.

Resumo: O crescente número de consumidores de carne bovina e suas exigências têm demandado o desenvolvimento de novas técnicas que se proporcione o bem-estar animal, principalmente, no pré-abate, visto que esse possui grande influência na qualidade da carne. Ao ser exposto a uma situação de estresse, por vezes crônico, o animal tende a consumir as suas reservas energéticas (glicogênio) no período pré-abate. Portanto provocando a queda do pH no período post mortem, o pH faz com que as células retenham água da carne, interferindo na sua qualidade, torna-se DFD (do inglês Dark, Firm and Dry) ou seja, escura, firme e seca. O presente trabalho tem como objetivo apresentar os principais aspectos que podem acarretar neste defeito tecnológico (carne DFD) que podem ser os seguintes: manejo pré-abate que irá influenciar no pH final da carne e colaboradores não treinados que interferem negativamente no manejo dos bovinos sem que haja a garantia do bem-estar dos bovinos. E como objetivo final demonstrar destino final da carne, caso ela torne-se DFD.

Palavras-chave: bem-estar animal; carne escura; qualidade da carne

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países que se destacam na produção mundial de carne bovina, além disso, os consumidores estão cada vez mais exigentes em adquirir um alimento seguro e de qualidade. Porém não é do conhecimento da maioria da população, não só consumidores como também de alguns profissionais que atuam na cadeia produtiva da carne bovina, sobre o processo de transformação de músculo em carne. Devido à ausência do controle de fatores ligados ao estresse animal durante o pré-abate o que propiciar a queda anormal do pH da carne com ocorrência da carne DFD (do inglês Dark, Firm and Dry ou Escura, Firme e Seca) afetando a qualidade da carne (1).

Entretanto, é crescente a conscientização dos diversos elos da cadeia produtiva da bovinocultura, direcionadas às áreas de nutrição, melhoramento genético e reprodução aliada aos parâmetros de bem-estar animal (2,3). Antigamente, o processo de pré-abate dos bovinos era considerado uma operação tecnológica de baixo nível científico e não se constituía em tema relevância científica. Entretanto, tem-se atribuído grande importância

ao tema em decorrência das perdas econômicas decorrentes do manejo ineficaz, atraindo cada vez mais a atenção de setores de pesquisa para o estudo de métodos que possam identificar fatores geradores de prejuízos para cadeia produtiva da carne (4).

Em vista desses aspectos, nota-se que é relevante abordar as condições para ocorrência deste defeito tecnológico no intuito do aproveitamento eficiente da carne e dos produtos cárneos em oferecer um alimento saudável e palatável aos consumidores.

1. Colaboradores treinados

A capacitação dos colaboradores em relação ao manejo dos bovinos com foco no bem-estar dos animais impacta positivamente na rotina de trabalho. Quando se fornecem aos colaboradores informações, recursos e instalações adequadas para o seu serviço, há uma conseqüente mudança de conduta que se reflete na melhoria na qualidade e quantidade do serviço prestado por eles mesmos (5).

A utilização incorreta de instrumentos de manejo, por falta de treinamento dos colaboradores, aumentam as variações de reatividade animal, agressões diretas e quedas, fatores primordiais para o aumento no estresse dos bovinos e do número de contusões e hematomas (6) o que pode acarretar na ocorrência de carne DFD.

No entanto, grande parte das modificações no manejo, conquistadas pelo treinamento, não se sustentam por longo prazo. Há uma tendência dos colaboradores retomarem a seu antigo padrão de trabalho, quando não há um sistema de monitoramento e incentivos internos por parte do abatedouro frigorífico. Com isso, há necessidade da adoção de programas de autocontrole (PAC), dentro das empresas, que assumam a responsabilidade dos treinamentos de reciclagem das equipes, para que mantenham o manejo com foco do bem-estar dos animais (5).

No entanto, em alguns abatedouros frigoríficos ocorre o remanejamento de colaboradores com pouca ou nenhuma qualificação para a etapa que necessita de maior atenção e cuidado por manejar diretamente os bovinos durante o pré-abate. Além disso, quando ocorre a substituição de um colaborador por outro, de setor distinto, sem treinamento para o manejo dos bovinos, desvaloriza-se a capacitação e não há o reconhecimento das habilidades do colaborador capacitado em bem-estar dos animais. É recomendado que o PAC de bem-estar animal contemple treinamentos de boas práticas de manejo e bem-estar animal para os transportadores de bovinos, assim como um checklist para avaliar as condições de transporte e desembarque dos animais. Nesse checklist, devem constar densidade, condições e manutenção dos compartimentos de carga do veículo e procedimentos de desembarque (5).

2. Manejo pré-abate

Manejo é o conjunto de ações, movimentos, realizados com objetivo de causar o mínimo desconforto e excitação do animal, sendo proibido o uso de objetos que cause aflição. Esse manejo inicia-se na propriedade, com colaboradores bem treinados, calmos e que evitem movimentos bruscos ao encaminharem os bovinos para o caminhão, com instalações adequadas para evitar o estresse durante o embarque, o transporte e o desembarque dos bovinos no estabelecimento de destino (7).

Bovinos são animais sociais e devem ser conduzidos sempre em grupo. Dentro do grupo, os bovinos estabelecem uma hierarquia de dominância imposta por competição. Todavia, ao serem separados ou isolados, os bovinos tonam-se mais agitados e agressivos.

Em situações de mistura de animais desconhecidos, há o estabelecimento de uma nova hierarquia, geralmente, com comportamentos agressivos e brigas. Por isso, lotes de bovinos transportados para o abatedouro frigorífico devem conter animais familiarizados, evitando-se a mistura com animais desconhecidos (5).

O conhecimento sobre o campo visual dos bovinos é determinante para a definição do posicionamento do colaborador responsável pela condução dos bovinos. Sugere-se que colaborador tenha conhecimento dos conceitos de zona de fuga e ponto de equilíbrio para o manejo adequado dos bovinos. Andar rapidamente após o ponto de equilíbrio do animal, no sentido oposto ao movimento desejado, tem o intuito de induzir o movimento para frente do animal. O princípio é andar dentro da zona de fuga, na direção oposta do movimento desejado e por fora da zona de fuga para retornar à posição inicial. O manejo de bovinos deve ser tranquilo, sem barulhos, gritos, correria ou movimentos bruscos, não se deve ser utilizado objetos pontiagudos ou a condução elétrica. Os animais devem estar atentos ao comando do colaborador, ao passo que agitação excessiva pode causar pânico e descontrole (8). O ideal para condução dos bovinos recomenda-se o uso da voz e da bandeira. Por ser flexível sua movimentação chama atenção dos bovinos e a extensão da haste promove aproximação, dando a impressão de que o manejador está mais perto dos bovinos. A bandeira não deve tocar no animal e posicioná-la para o alto, de modo que os bovinos em condução a vejam (5).

O transporte é um processo bem importante que interfere diretamente na qualidade final da carne, a densidade, tipo de veículo, tempo de viagem, motorista e temperatura são causadores do estresse animal e pode levar a queda do pH (9). Veículos com as laterais do compartimento de carga completamente fechadas podem oferecer vantagem na redução do estresse dos animais, pois o fechamento limita os estímulos externos e reduz a agitação dos animais, mas também pode reduzir a ventilação, fato que se agrava quando o veículo está parado (10). Desta forma, o motorista deve adotar uma direção segura e monitorar as condições físicas dos animais durante o transporte, com intuito de garantir o bem-estar dos bovinos, principalmente, em relação ao conforto térmico segundo a avaliação da temperatura e a umidade do ambiente.

O principal aspecto a ser considerado durante o transporte de bovinos é o espaço ocupado por animal, ou seja, a densidade de carga. Alta densidade de carga em um veículo em movimento aumentam os riscos de ferimentos aos animais e danos à carcaça e qualidade da carne. Por sua vez, a densidade menor que a ideal, há maior risco de quedas devido à perda de equilíbrio (10,11). Os caminhões boiadeiros devem ser manter as boas condições de limpeza e conservação dos veículos. Os pisos dos compartimentos de carga devem ser cobertos com um tapete de borracha e, sobre esse, deve-se instalar uma grade de ferro quadriculada (com quadrados com 30 cm de largura) proporcionando conforto e segurança aos bovinos evitando os acidentes (quedas) (10).

O transporte por longas distâncias causam uma exaustão física do bovino, ocasionando o consumo do glicogênio muscular resultando na queda rápida do pH durante o abate (7). Por isso o ideal seria que os fornecedores de bovinos estejam a menor distância possível dos abatedouros frigoríficos para diminuir o stress decorrente do transporte dos animais para o abate.

Um manejo pré-abate inadequado pode conduzir a uma exaustão física do animal associado a um estresse crônico, no qual o glicogênio é consumido no período ante mortem. Devido a essa deficiência de glicogênio o pH permanece alto após o período de 24 horas do abate, em torno de 6,2 tornando a carne DFD (Dark, Firm, Dry) - escura,

firme e seca (12). Os exercícios físicos, o transporte, a movimentação, o jejum prolongado e o contato com animais estranhos ao seu ambiente acarretam o consumo das reservas de glicogênio, levando à lentidão da glicólise com relativa diminuição da formação de ácido láctico muscular propiciando a ocorrência de carne DFD (13).

Vários fatores podem determinar a velocidade da queda do pH, as propriedades da carne e o rigor mortis; tais como a temperatura baixa promove uma maior circulação sanguínea e tremores no animal que podem reduzir os níveis de glicogênio sem promover o acúmulo de ácido láctico. Entretanto na temperatura alta os animais ficam incapazes de liberar o calor corporal, aumentando a temperatura do músculo e provocando uma aceleração das reações metabólicas (10).

Após a chegada dos animais ao abatedouro frigorífico, deve-se dar início à verificação da documentação dos animais para o desembarque de forma mais rápida possível. Nestas instalações recomenda-se dispor de uma área sombreada e ventilada para abrigar os caminhões carregados, a fim de minimizar o estresse térmico por calor dos bovinos durante a espera do desembarque. É necessário que o caminhão esteja bem estacionado, com o compartimento de carga totalmente encostado ao desembarcadouro, sem deixar nenhum vão que possa dificultar a passagem dos animais (5).

O desembarque deve ser realizado abrindo as porteiros dos compartimentos em sequência sentido desembarcadouro-cabine. Ao abrir a primeira porteira, o bovino mais próximo do desembarque reconhece o novo ambiente e desce. Em seguida abrir a porteira do segundo compartimento, ainda com animais descendo do primeiro. Os bovinos prestam atenção na descida do lote e são estimulados a segui-los. O ideal que os animais desçam a passo, sem correria e mantendo o contato visual entre eles (5).

Todo estresse imposto ao animal na fase ante mortem irá desencadear reações metabólicas que podem resultar no rigor mortis atípico que interfere diretamente na qualidade da carne. O estresse aliado ao esforço físico realizado nas operações de embarque, transporte, desembarque e permanência em currais do abatedouro frigorífico modificam o metabolismo post mortem, principalmente a velocidade de glicólise e o nível de acidez muscular (14).

3. Transformação do músculo em carne

O processo de transformação do músculo em carne envolve diversos fatores metabólicos e na estrutura proteica sendo determinada pela diminuição do pH, queda na temperatura da musculatura, esgotamento das reservas energéticas de ATP (adenosina trifosfato). Nos primeiros momentos do post mortem inicia-se o rigor mortis na qual a reserva de ADP (adenosina difosfato) é transformada em ATP. A sequência do uso das reservas é: fosfocreatina, glicogênio, outros carboidratos e por fim o ATP. A reação de hidrólise que transforma ADP em ATP produz prótons que leva uma queda no pH. Assim que os níveis de ATP diminuem, inicia-se uma interação entre actino-miosina onde o músculo contrai-se até o consumo total de ATP, ocorrendo um processo irreversível denominado rigor mortis em que o músculo não consegue mais relaxar (15).

Após o abate do animal, conseqüentemente, ocorre à falência sanguínea, supressão de oxigenação e do controle nervoso da musculatura que passa a utilizar a via anaeróbica para obtenção de energia. Uma vez que a transformação de glicogênio em glicose por meio da glicólise que é um processo anaeróbico com a formação de ácido láctico que resulta na queda do pH muscular, se tornando neutro ou ligeiramente alcalino. Começa a

ocorrer um processo gradual de acidificação até que haja a estabilização em uma faixa de 5,6 a 5,8 e, posteriormente, ocorre a elevação progressiva do pH devido à formação de substâncias alcalinas relacionadas com degradações proteicas (16).

A glicólise desenvolve-se lentamente nos bovinos após o abate, do que nas outras espécies, sendo que o pH inicial (imediatamente após o abate) fica em torno de 7,0 decaindo para 6,4 - 6,8 após 5 horas e para 5,5 - 5,9 após 24 horas (pH final) sendo esta praticamente linear em relação ao tempo (17).

A carne DFD é consequência do manejo ante mortem inadequado, que determina o consumo do glicogênio muscular antes do abate, contribuindo para um pH final elevado, geralmente, acima de 6,0 (menor produção de ácido lático devido à baixa reserva de glicogênio). Essa condição é encontrada em animais submetidos a estresse de longa duração (estresse crônico). O pH final elevado da carne favorece ao desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, assim como algumas alterações: alta capacidade de retenção de água (CRA) das fibras musculares, aspecto seco na superfície; textura firme; coloração escura; menor prazo de validade comercial e uma carne imprópria para a elaboração de alguns produtos industrializados (5).

O pH 6,0 tem sido considerado o limite entre o corte cárneo normal e o que apresenta algum defeito tecnológico, porém, alguns autores também utilizam valores que variam de 6,2 a 6,3. No Brasil, os abatedouros frigoríficos apenas exportam carne com valores de pH menores que 5,8 ou 5,9 (depende do país importador) avaliados no músculo *Longissimus dorsi*, 24 horas post mortem. A União Europeia exige valor de pH inferior ou igual a 5,9, após a maturação e antes da desossa, já o mercado chileno é mais exigente com valor estabelecido de pH inferior ou igual a 5,8 (16).

3. 1 Aproveitamento da carne DFD

A carne DFD quando cozida torna-se muito avermelhada internamente, similar a cortes mal passados, o que as torna assim é a interação do pH com mioglobinas. Vários mercados externo não aceitam o pH medido entre o contra filé e a alcatra superior a 5,8 portanto essas carnes são destinadas ao mercado interno (18).

A carne DFD tem grande CRA, devido ao pH estar distanciado do ponto isoelétrico das proteínas musculares (5,3 a 5,4). Essa grande CRA mantém uma ponderável proporção de água intracelular ligada às proteínas sarcoplasmáticas, razão pela qual os reflexos intracelulares de luz branca se minimizam, aumentando à absorção da cor já que não há exsudação de água para a superfície dos cortes cárneos. Por outro lado, devido ao seu elevado pH esta carne apresenta uma cor escura em vista da ação das enzimas que utilizam oxigênio rapidamente, o que reduz a proporção de pigmento vermelho oxigenado (oximioglobina). Desta forma. O corte de uma carne DFD se confunde com a carne de animais mais velhos que tem menor aceitação pelo consumidor. A firmeza apresentada pelo carne DFD a sua maior capacidade de reter água. O prejuízo comercial reflete-se na perda de propriedades sensoriais, mais susceptível a ação de bactérias deteriorantes e não é propícia a difusão de sais de cura em produtos cárneos. A carne DFD pode ser utilizada em embutidos e presuntos cozidos em torno de 30%, porém não é recomendado o seu uso em embutidos crus.

CONCLUSÕES

O manejo pré-abate é o fator que mais interfere na qualidade da carne tornando-a DFD, visto que o animal que passa por estresse crônico nessa etapa está predisposto a consumir mais a reserva de energia, deixando-a indisponível no momento do abate.

Agentes estressores como temperatura, mudança de ambiente, transporte e funcionários bem treinados que efetuarão essas tarefas, são fatores determinantes na qualidade do produto final, por isso adequar-se para um maior bem estar do animal no período pré-abate é importante. Afim de não desperdiçar o produto final, caso a carne torne-se DFD é possível o seu aproveitamento no mercado interno, formando produtos cárneos cozidos curados, porém com pouca importância para o mercado externo.

REFERÊNCIAS:

1. Rodrigues AR. Avaliação de Fatores Determinantes e da Taxa de Incidência da Condição DFD (Dark, Firm, Dry) na Carne de Bovinos Abatidos no Matadouro da Ilha Terceira. [tese]. Angra do Heroísmo: Universidade dos Açores; 2013.
2. Barbut S. Review: Automation and meat quality-global challenges. Meat Sci [Internet]. 2014 [acesso em 2021 Out 27];96(1):335-45. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.002>
3. Alves AR, Figueiredo Júnior JP, Santana MHM, Andrade MVM, Lima JBA, Pinto LS et al. Efeito do estresse sobre a qualidade de produtos de origem animal. Pubv [Internet]. 2016 [acesso em 2021 Out 27];10(6):448-59. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/uploads/17239aaa6d339165f402ba5f0d4f84de.pdf>
4. Guerrero A, Valero MV, Campo MM, Sañudo C. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. Acta Sci Anim Sci [Internet]. 2013 [acesso em 2021 Out 27];35(4):335-47. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/21756>
5. Ludtke CB, Ciocca, JRP, Barbalho, PC, Dandin, TV, Vilela, JÁ, Ferrarini, C. Abate humanitário de bovinos. 1. ed. WSPA Brasil - Sociedade Mundial de Proteção Animal; 2012.
6. Gonçalves GA, Salotti-Souza BM. A importância do abate humanitário e bem-estar animal na cadeia de produção da carne bovina. Rev Cient Med Vet UNORP [Internet]. 2017 [acesso em 2021 Out 29];1(1):40-55. Disponível em: <http://sivap.unorp.br:8083/ojs/index.php/revmedvetunorp/article/view/8/9>
7. Botelho LFS, Avaliação de manejo pré-abate e bem-estar animal em bovinos abatidos em abatedouro frigorífico no estado de Minas Gerais, inspecionados e fiscalizados por serviços oficiais. [dissertação]. São Paulo: Universidade Santo Amaro; 2018.
8. Grandin T, Animal welfare and society concerns finding the missing link. Meat Sci [Internet]. 2014 [acesso em 2021 Out 30];98(3):461-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.011>.
9. Alves LGC, Fernandes ARM, Souza GM, Cunha CM, Foppa L. Bem estar e manejo pré-abate e suas influências sobre a qualidade da carne e carcaça de bovinos de corte. Enc Biosf, C Cien Conh [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Out 30];16(29):395-411. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/agraar/bem%20estar%20e%20manejo.pdf>
10. Paranhos da Costa MJR, Huertas SM, Gallo C, Costa OAD. Strategies to promote farm animal welfare in Latin America and their effects on carcass and meat quality

- traits. Meat Sci [Internet]. 2012 [acesso em 2021 Out 30];92(3):221-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.005>
11. Silva JL, Bertoloni W, Ribeiro JSA. Indicadores de estresse e qualidade de carne de bovinos transportados em diferentes tipos de caminhões (tradicional, carreta de um piso e carreta de dois pisos) e diferentes distâncias na região de Cuiabá/MT/Brasil. Arch Vet Sci [Internet]. 2016 [acesso em 2021 Out 30];21(3):68-76. Disponível em: revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/38234/29609
 12. Shimada CHO, Andrade JC, Abreu LW, Yamada EA, Hagiwara MMH, Miyagasku L et al. Tecnologia para aproveitamento da carne bovina DFD [Internet]. Campinas: IAC; 2009. [acesso em 2021 Out 30]. Disponível em: <http://ww.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/pibic/anais/2009/artigos/RE0901020.pdf>
 13. Manganhini MB, Mariano B, Soares AL, Guarnieri PD, Shimokomaki M, Ida EL. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombos suíno numa linha de abate industrial. Food Sci Technol [Internet]. 2007 [acesso em 2021 Out 30];27:69-72. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000500012>
 14. Gomide LAM, Ramos EM, Fontes PR. Tecnologia de abate e tipificação de carcaças. 2. ed. Editora UFV; 2014.
 15. Silva AC. Percepção dos consumidores brasileiros nos atributos sensoriais da carne bovina submetida a maturação. [dissertação]. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2019.
 16. Barreto LDRE. Qualidade do manejo no frigorífico: efeitos no bem-estar animal e na qualidade da carcaça e da carne. [dissertação]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista; 2014.
 17. Pearce KL, Rosenvold K, Andersen HJ, Hopkins DL. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes - a review. Meat Sci [Internet]. 2011 [acesso em 2021 Out 29];89(2):111-24. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.007>
 18. Royer AFB, Eguchi ES, Costa RG, Garcia J, Pinheiro MSM. Manejo **pré-abate visando o bem estar animal e qualidade da carne bovina. PUBVET. 2010; 4(13): 795-801.**



**FISIOLOGIA PÓS-
COLHEITA DE FRUTOS
E HORTALIÇAS**

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-57>

Capítulo 57

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS DE NONI EM CRESCIMENTO

Leirson Rodrigues da Silva¹; Ana Rosa de Figueiredo¹; Janylle Monteiro Marques¹; Milena Maria Tomaz de Oliveira²; Thayane Rabelo Braga Farias³

¹Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ; e-mail: janyllemarques@hotmail.com

²Universidade Ben-Gurion do Negev, Instituto Associado Francês de Agricultura e Biotecnologia de Terras Secas, Neguev-Israel

³Escola de Educação Profissional Edson Queiroz, Cascavel-CE

Resumo: Noni é um fruto que foi recentemente introduzido no Brasil, como uma matéria-prima com forte apelo comercial devido as características benéficas a ele atribuídas e aos aspectos relacionados ao consumo. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o noni, ao longo do seu crescimento por meio da caracterização físico-química. Os frutos cultivados em sombra e pleno sol foram coletados em 2009 na Fazenda Alberto Antônio, Trairi-CE, em intervalos de 7 dias, a partir da antese até sua maturação completa. A floração iniciou-se no mês de março e o ápice do evento foi no mês de abril; sua frutificação inicial ocorreu no mês de abril, sendo maio o período ideal para coleta. O período compreendido entre a antese e o amadurecimento foi de 91 dias (13 semanas). Para a caracterização do fruto, realizaram-se as seguintes análises: sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (%), SS/AT e pH. Observaram-se redução na acidez titulável (0,04%) (sombreados) e (0,04%) (pleno sol) e pH (4,73) (sombreados) e (4,26) (pleno sol) ao longo do desenvolvimento do fruto (13 semanas). Para as análises de sólidos solúveis e SS/AT, observaram-se aumento com o decorrer do desenvolvimento do fruto, com valores médios (10,60 °Brix, 265,00, respectivamente) (sombreados) e (10,33 °Brix, 212,55, respectivamente) (pleno sol) seguindo um padrão sigmoideal simples, caracterizando assim o amadurecimento do noni.

Palavras-chave: *Morinda citrifolia* L.; sólidos solúveis; SS/AT

INTRODUÇÃO

A utilização de plantas medicinais é milenar e tradicional nas diversas sociedades humanas e vem tomando força no mercado farmacêutico, principalmente pela elucidação química de moléculas capazes de proporcionar um paliativo ou mesmo a prevenção para os diversos males que atingem o ser humano. Os gastos mundiais com plantas medicinais são estimados em US\$ 27 bilhões, aproximadamente 7% do mercado mundial de

medicamentos. No mundo, enquanto o mercado farmacêutico tradicional cresce de 3 a 4% ao ano, o de fitoterápicos cresce de 6 a 7% (1).

Das quase 250 mil espécies de vegetais catalogadas no mundo, grande parte pode ser utilizada para fins terapêuticos e medicinais. Destas, muitas são encontradas naturalmente no Brasil ou foram introduzidas, como é o caso do noni: introduzido recentemente por pessoas que trouxeram algumas sementes do Caribe ou da Polinésia.

Os polinésios já usam essa planta medicinal há mais de 2000 mil anos para diversas enfermidades, tais como: alergia, artrite, asma, câncer, depressão, diabetes, hipertensão e insônia, mas também com benefícios para a digestão e aumento da capacidade física (2,3).

O centro de origem do noni (no Sudeste Asiático) é um ecossistema semelhante ao encontrado em várias regiões do Nordeste brasileiro, o que poderia facilitar a sua adaptação às condições edafoclimáticas nessa região do Brasil. É considerada uma espécie muito resistente, podendo ser cultivada em solos de baixa fertilidade, poucos profundos, arenosos ou rochosos. O noni tolera os efeitos salinos e alcalinos dos solos e se desenvolve tanto em regiões de clima seco como de clima úmido. E quando exposto ao sol e sem a presença de ventos frios, dificilmente é infectado por doenças ou atacado por insetos (4,5).

Contudo, ainda são poucas as pesquisas no Brasil com essa espécie. Os primeiros trabalhos de pesquisa, utilizando acessos de noni provenientes do Suriname ou da Costa Rica, tiveram como foco a forma de propagação e o comportamento agrônomo da espécie. Portanto, ainda faltam informações básicas sobre as características morfológicas, a diversidade genética, o sistema de cultivo, a época de colheita e o manuseio adequado após a colheita, de forma a permitir a obtenção de matéria-prima com excelente qualidade para a indústria ou para o uso doméstico, como fruto in natura.

O conhecimento das fases do desenvolvimento dos frutos é essencial para auxiliar na determinação de práticas culturais, principalmente quanto ao estágio de maturação adequado para a colheita comercial. O desenvolvimento das plantas, ou de seus órgãos, ocorre seguindo uma série de processos fisiológicos e bioquímicos geneticamente programados; mas em estreita relação com o ambiente adjacente. As variações nos fatores ambientais (luz, temperatura, precipitação pluviométrica, umidade relativa, etc.) influenciam as fases de desenvolvimento, porque interferem tanto na expressão genética como na atividade dos processos metabólicos responsáveis pelo próprio desenvolvimento. O processo fotossintético, por exemplo, responsável pela fixação do CO₂ atmosférico em compostos reduzidos que, ao serem oxidados pela respiração, fornecem energia para a divisão celular, bem como esqueletos de carbono para as novas estruturas formadas, é altamente influenciado pela disponibilidade de luz fotossinteticamente ativa que, no campo, provém da luz solar.

Com base no exposto acima, a hipótese desse trabalho parte do pressuposto que a disponibilidade de luz solar e a nutrição influenciam o crescimento do noni (infrutescência) cultivado em Trairi-CE. Assim, esse estudo objetivou avaliar a caracterização físico-química do noni, ao longo de seu crescimento em diferentes condições (sombra e pleno sol), para encontrar possíveis indicadores do ponto de colheita ideal para o processamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de noni, cultivados sombreados e a pleno sol, foram obtidos em pomares com mais de três anos em plena produção comercial na Fazenda Alberto Antônio, Trairi-CE (3°16'40''S, 39°16'08''W) em 2009. A temperatura média anual é de 27°C, com máximas de 32°C e mínimas de 24°C. Em valores médios, o local apresenta umidade relativa do ar de 80%, precipitação pluvial de 1.588 mm e evaporação total de 1.888 mm. Os plantios foram estabelecidos com mudas produzidas a partir de sementes obtidas de matrizes originárias do Suriname, cultivadas na própria fazenda. A identificação botânica da espécie foi realizada pelo Herbário Prisco Bezerra, do departamento de Biologia, da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Os tratamentos foram plantas cultivados a pleno sol e sombreados pelo cultivo de coco, espaçadas 4 metros entre fileiras e entre plantas. O talhão utilizado no experimento foi implantado no mês de outubro de 2006, em covas com dimensões de 40 x 40 x 40 centímetros e o solo corrigido para elevar o pH a 6,0. Para as plantas cultivadas sob sombreamento foi realizada adubação de cobertura no verão, onde a cada três dias foi realizada fertirrigação com 15 Kg de ureia e 12 Kg de cloreto de potássio, durante 10 horas de aplicação, com microaspersores na vazão de 40 litros por hora (L h⁻¹). No inverno, a área foi adubada duas (2) vezes com 500 gramas por planta de uma formulação que segue a proporção de 1 (ureia) : 1 (cloreto de potássio) : 4 (super fosfato simples) : ½ (FTEBR12). A pleno sol, foi feita apenas adubação de fundação e, posteriormente, irrigação com 20 l/h/dia de água. As duas áreas receberam adubação de fundação, que foi de 20 litros de composto orgânico por cova.

Na primeira quinzena de maio de 2009, foram selecionadas 140 plantas adultas da espécie (70 do ambiente sombreado e 70 do pleno sol), homogêneas quanto ao porte, nas quais foram marcadas - por ocasião da antese - as flores com diâmetros variando de 6 a 7 mm, localizadas em posições distintas na planta. Durante todo o período de desenvolvimento, os frutos marcados foram colhidos ao acaso, no período da manhã e diretamente na planta, visando, sobretudo, a simular o modo de coleta adotado para o noni. A primeira colheita ocorreu sete dias após a antese, período que culminou com a formação do fruto (frutíleo). Os demais frutos de idade conhecida, provenientes do desenvolvimento das flores marcadas, foram colhidos semanalmente ao longo dos três meses seguintes, para a avaliação de seu crescimento. Em todas as coletas, os frutos em diferentes estágios de maturação foram acondicionados em embalagem de isopor revestida com papel-toalha úmido. Frutos em estágios de desenvolvimento mais avançados foram envoltos em papel-toalha úmido e jornal e acondicionados em bandejas plásticas.

Imediatamente após a chegada ao Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria tropical, Fortaleza-CE, os frutos foram selecionados, quanto à presença de defeitos ou pragas, e lavados com detergente neutro e água corrente, para a retirada das sujidades superficiais provenientes do campo. Após a caracterização física inicial, realizada cerca de 4 horas após a colheita, as polpas obtidas foram acondicionadas em potes plásticos escuros e mantidas sob congelamento para posteriores análises.

Os sólidos solúveis foram determinados após a filtração da polpa em papel de filtro e a leitura efetuada em refratômetro digital (Atago, Modelo PR-101), com escala variando de 0 a 45 °Brix, de acordo com a metodologia recomendada pela Association of official Analytical Chemistry (6). Os resultados foram expressos em °Brix.

A Acidez titulável foi determinada através da diluição de 1g de polpa para 50 mL de água destilada e, posterior, titulação com solução de NaOH (0,1 N). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico, conforme a metodologia recomendada pela Association of official Analytical Chemistry (6) e os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico.

A relação SS/AT foi obtida através da divisão entre essas duas determinações e conforme a metodologia recomendada pela Association of official Analytical Chemistry (6).

O pH foi medido diretamente na polpa, logo após o processamento, utilizando-se de um potenciômetro (Mettler, modelo DL 12), aferido com tampões de pH 4 e 7, conforme a metodologia recomendada pela Association of official Analytical Chemistry (6).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), disposto por um fatorial simples, sendo constituído por treze períodos (semanas) de coletas, com três repetições. A análise estatística das variáveis avaliadas foi realizada com o auxílio do programa estatístico Sisvar (7). Após a análise de variância dos resultados obtidos, observou-se o nível de significância do teste F. As médias dos períodos de avaliação foram submetidas à regressão polinomial, em que os modelos foram selecionados de acordo com as significâncias dos parâmetros das equações, desvios de regressão e com o coeficiente de determinação. Cada parcela, ou unidade experimental, constituiu-se, de vinte frutos em todas as datas de coletas, uma vez que os frutos eram suficientes para abranger o período total do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A floração do noni em Trairi, centro-norte do Ceará, iniciou-se em março de 2009. O ápice desse evento ocorreu no mês de abril, quando também foi observada a frutificação inicial, com o pico no mês de maio. O estágio de desenvolvimento compreendeu 91 dias e foi considerado a partir da abertura da flor (antese), até a colheita, definida quando os frutos apresentavam uma facilidade para serem destacados dos arbustos e apresentavam cor amarronzada. O intervalo entre a antese e o amadurecimento varia em diferentes espécies de frutos. O estágio de desenvolvimento dos frutos inicia-se, normalmente, com a fertilização, que é seguida por etapas, como formação, crescimento e maturação, incluindo a fase de amadurecimento e senescência (8).

A partir do 70º dia, foi observada nos frutos de noni tanto aqueles cultivados a sombra como a pleno sol elevação de sólidos solúveis (SS) (Figura 1) e SS/AT (Figura 3), como também redução do pH (Figura 4), e a partir do 56º dia, redução da acidez titulável (AT) (Figura 2), período coincidente com o climatério respiratório dos frutos, o que reforça a hipótese do noni como fruto climatérico e este como sendo o estágio de amadurecimento dos frutos. As análises físico-químicas de sólidos solúveis, acidez titulável, SS/AT e pH são comumente realizadas para a maioria dos frutos, pois estas estão diretamente ligadas ao sabor apresentado. As concentrações apresentadas podem influenciar a sua aceitação perante o consumidor.

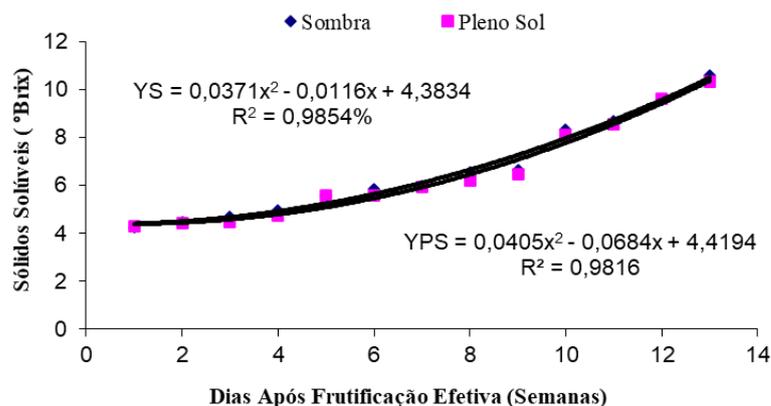


Figura 1 - Valores médios e equação de regressão de sólidos solúveis (SS) do noni, durante o desenvolvimento do fruto.

Fonte: os autores

Ao estudar os frutos de noni em diferentes estádios de maturação, (9) observaram que houve diferença significativa nos teores de sólidos solúveis, tendo os frutos maduros apresentados 53,24% de sólidos solúveis a mais quando comparados com os frutos verdes. Esse acúmulo de sólidos solúveis durante o processo de amadurecimento, na maioria dos frutos, é ocasionado pela degradação de amido. É importante destacar que esse fruto tem baixo teor de sólidos solúveis, com média de 7,83%, bem inferior a outros frutos comercializados, como a uva, abacaxi, caju, mamão e manga.

O teor de sólidos solúveis é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, não representa o teor exato dos açúcares porque outras substâncias também se encontram dissolvidas (8). O noni apresenta grande quantidade de vitamina C, compostos fenólicos e pectina, por isso o conteúdo de sólidos solúveis é bem maior que o de açúcares totais.

Essas diferenças encontradas nos teores de sólidos solúveis, provavelmente, se devam a fatores ambientais e diferenças genéticas entre plantas. Diversos fatores ambientais são capazes de influenciar o conteúdo de sólidos solúveis em frutos, incluindo os reguladores de crescimento, fertilizantes, temperatura e intensidade luminosa, área foliar e estágio de maturação.

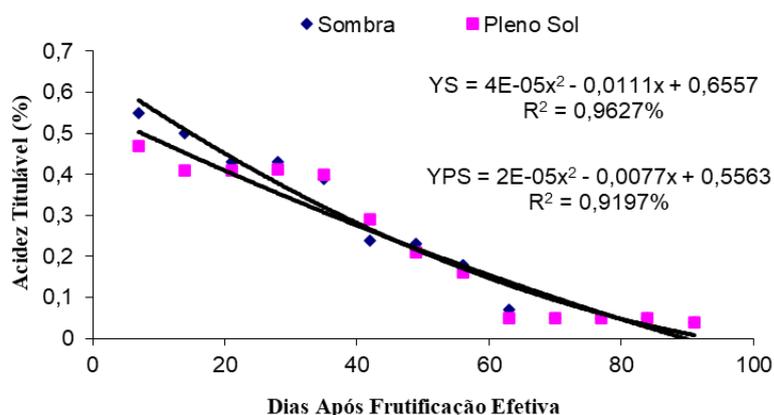


Figura 2 - Valores médios e equação de regressão da acidez titulável (AT) do noni, durante o desenvolvimento do fruto.

Fonte: os autores

Ao estudar a caracterização físico-química da polpa do fruto maduro, (10) observaram que para o cálculo da acidez titulável, o ácido cítrico foi usado como padrão por convenção, já que ainda não existe na literatura dados sobre o ácido predominante no noni. É interessante perceber que a acidez da polpa liofilizada (0,32 ácido cítrico/100g) é diminuída. Este fato pode ser explicado pela volatilização de ácidos durante o processo de liofilização. Já no suco fermentado ocorre o inverso, há o aumento da acidez (1,13 ácido cítrico/100g), certamente devido à produção de ácido como metabólito resultante da degradação de compostos carbonados.

Com o amadurecimento, os frutos perdem rapidamente a acidez, mas, em alguns casos, há um pequeno aumento nos valores com o avanço da maturação. A acidez ser utilizada em conjunto com a doçura e como ponto de referência do grau de maturação em frutos (8).

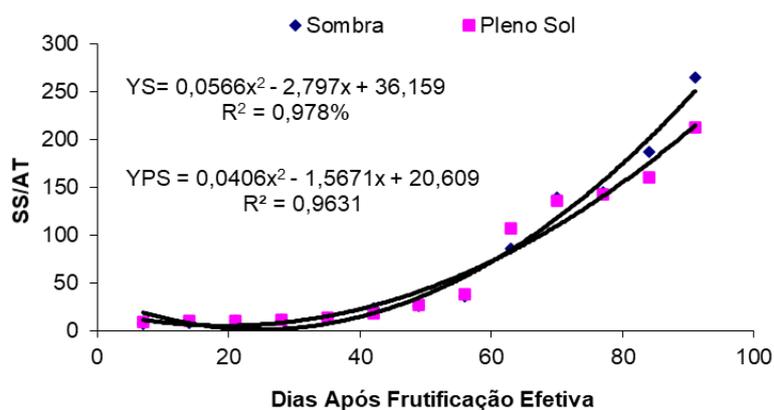


Figura 3 - Valores médios e equação de regressão da relação SS/AT do noni, durante o desenvolvimento do fruto.

Fonte: os autores

Ao estudar frutos de noni em diferentes estádios de maturação, (9) observaram que a relação SS/AT foi alta, pois, apesar do baixo conteúdo de sólidos solúveis nos frutos verdes, a acidez deste fruto é baixa. No fruto de vez, essa relação foi maior que no fruto maduro e verde. Também foi observado que o fruto verde tem sabor adstringente, certamente devido à presença de taninos.

A relação SS/AT propicia boa avaliação do sabor de frutos, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares e acidez (11). Esta alta relação SS/AT é uma característica de qualidade desejável pelos consumidores pois propicia sabor agradável ao paladar.

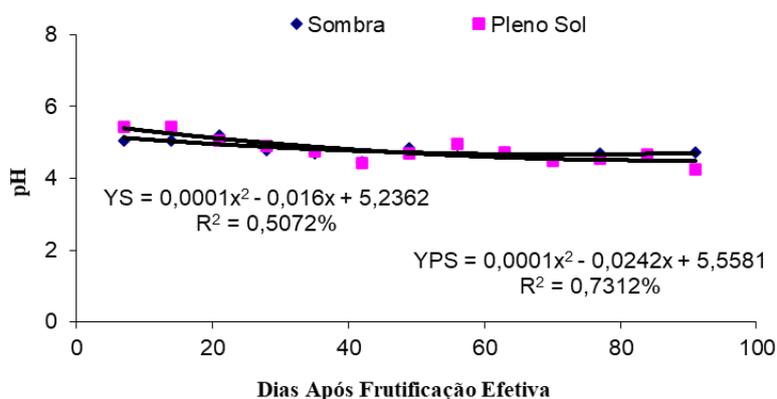


Figura 4 - Valores médios e equação de regressão do pH do noni, durante o desenvolvimento do fruto.

Fonte: os autores

Ao estudar a polpa do fruto maduro submetida a diferentes tratamentos, (10) apresentaram pH de 3,80, caracterizando-se como ácida, como a maioria dos frutos, devido à presença dos ácidos orgânicos. Neste mesmo estudo, os valores de pH entre os produtos mantiveram-se na mesma faixa, com exceção do suco fermentado que apresentou pH menor.

Para os frutos de noni em diferentes estádios de maturação, (9) observaram que não houve diferença significativa no pH entre os frutos verdes, de vez e maduros. Este fato ocorre em frutos devido a sua alta capacidade tamponante. Entretanto, esse fruto apresentou baixa acidez quando comparado com outros frutos, tais como abacaxi, umbu- cajá e jabuticaba.

CONCLUSÕES

A floração de noni iniciou-se em 2009 no mês de março e a frutificação em maio, no município de Trairi, centro-norte do Ceará. O estágio de desenvolvimento (abertura da flor até o amadurecimento) do noni compreendeu um período de 91 dias (13 semanas). Acentuado metabolismo dos frutos cultivados a sombra e pleno sol foi marcado pela elevação nos teores de sólidos solúveis e SS/AT e com redução nos teores da acidez titulável e pH, caracterizando assim o amadurecimento do noni.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e suporte financeiro na execução do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Botsaris A. Cresce o interesse pela fitoterapia [Internet]. 2016 [Acesso em 2021 Abr 06]. Disponível em: <https://vyaestelar.com.br/cresce-interesse-pela-fitoterapia/>.
2. Barbosa AF, Costa ICM, Zucolotto SM, Giordani RB. *Morinda citrifolia*: fatos e riscos sobre o uso do noni. Rev Fitos. 2017;11:189-215.
3. Arunachalam V. *Morinda citrifolia* L. (Rubiaceae): a multi-purpose tree for coastal ecosystems and its variability in Konkan region of India. Genet Resour Crop Evol. 2018; 65:1751-1765.
4. Nelson SC, Elevitch CR. Workshop manual to supplement Noni: The Complete Guide for Consumers and Growers for Noni Processing, Marketing, and Field Training Workshop for YAP. Permanent Agriculture Resources, Holualoa, Hawaii, 2006.
5. Nunes JC, Cavalcante LAF, Rebequi AM, Lima Neto AJ, Diniz AA, Silva JJM, Brehm MAS, et al. Formação de mudas de noni sob irrigação com águas salinas e biofertilizante no solo. Eng Ambient. 2009;6:451-463.
6. AOAC. Association of agricultural chemists. Official methods of the association of the agricultural chemists: v. 2. (20rd ed.). Pharmabooks: AOAC International, 2016.
7. Ferreira DF. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. Ciênc Agrotec. 2014;38:109-112.
8. Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo. 2. ed., Lavras-MG, 785p, 2005.
9. Silva LR, Medeiros PVQ, Leite GA, Silva KJP, Mendonça V, Silva GG, et al. Caracterização do fruto de *Morinda citrifolia* L. (noni). Rev Cuba Plantas Med. 2012;17:93-100.
10. Barros SPN, Maia GA, Brito ES, Neto MAS, Sousa JA. Caracterização físico-química da polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.). In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17, Vitória-ES, 2008.
11. Pinto WS, Dantas ACVL, Fonseca AAO, Ledo CASL, Jesus SC, Calafrange PLP, Andrade EM, et al. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. Pesqui Agropecu Bras. 2003;38:1059-1066.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-58>

Capítulo 58

EFEITO DA TEMPERATURA NA CINÉTICA DE SECAGEM DA CASCA DE PITAYA (*Hylocereus undatus*)

Luan Gustavo dos Santos¹; Gessica Micaela Pereira Guimarães²; Maiara Mantovani Maciel de Almeida²; Rafaela Oliveira da Silva²; Raquel Manozzo Galante³; Leandro Osmar Werle⁴

¹Doutorando em Engenharia e Ciências de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande - FURG; E-mail: luansantos.ea@outlook.com; ²Estudante do curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; E-mail: gessica_micaela12@hotmail.com; ³Docente do curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; E-mail: raquelgalante@ufgd.edu.br; ⁴Docente do curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; E-mail: leandrowerle@ufgd.edu.br

Resumo: A pitaya é o fruto proveniente de cactos do gênero *Hylocereus* a qual apresenta grande valor nutricional devido ao seu alto conteúdo de minerais, vitamina C, fibras e compostos antioxidantes como fenóis e betacianinas. A casca da pitaya é o principal resíduo do processamento da fruta, podendo ser utilizada no desenvolvimento de diversos produtos alimentícios de alto valor agregado após sua desidratação. A secagem ou desidratação é um processo milenar de conservação de alimentos, o qual, prolonga a vida útil de produtos devido à remoção e redução da água do material. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos da temperatura de 60 e 70 °C no comportamento da cinética de secagem de cascas de pitaya, determinando o coeficiente de difusividade do processo e modelos matemáticos que representem os dados cinéticos de secagem. Foi observado que o aumento da temperatura reduziu o tempo de secagem da casca de pitaya em 30 min, aumentando o coeficiente de secagem (k) e, conseqüentemente, os valores da difusividade efetiva de 2,5985 para $3,2249 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ nas temperaturas de 60 e 70 °C, respectivamente. Dentre os modelos de secagem aplicados neste estudo, o de Midilli apresentou o melhor ajuste aos dados de secagem da casca de pitaya, apresentando valores dos parâmetros estatísticos de coeficiente de determinação (R^2) superiores a 0,9972 e da raiz quadrada do erro médio (RMSE) inferior a 0,0185.

Palavras-chave: resíduo de alimento; coeficiente de difusividade; conservação; desidratação; modelagem matemática

INTRODUÇÃO

Fruta-dragão ou pitaya é o nome popular dado aos frutos gerados pelos cactos da família *Cactaceae* do gênero *Hylocereus* (1), os quais são comumente cultivados em regiões tropicais dos continentes americanos e asiáticos (2). A classificação da pitaya tomou base na coloração da polpa e da casca do fruto, sendo possível encontrar frutos que

apresentam casca amarela e polpa branca (*Hylocereus megalanthus*), casca e polpa rósea (*Hylocereus polyrhizus*) e casca rosa e polpa branca (*Hylocereus undatus*) (1), sendo as duas últimas comumente comercializada no Brasil.

A pitaya apresenta alto valor comercial devido aos seus altos teores de micronutrientes e fitonutrientes, tais como vitamina C, fibras, potássio, magnésio e cálcio (2,3), além de dispor de efeitos antioxidantes devido o conteúdo de betacianinas presentes, as quais, são responsáveis pela coloração avermelhada do fruto e, ao serem consumidas, atuam como inibidores do crescimento de células cancerígenas (4). Após o processamento, o principal subproduto gerado são suas cascas, as quais, são comumente descartadas no meio ambiente, gerando grandes impactos ao meio ambiente.

No entanto, as cascas da pitaya apresenta grande potencial nutritivo, pois apresenta elevados teores de betacianinas e compostos fenólicos, além de ser uma fonte alternativa para a obtenção de pectina (1). Quando desidratado, este resíduo alimentício apresenta a capacidade de ser aplicado como adsorvente de metais (5) e corantes sintéticos (3) de águas residuais e, também, utilizado no desenvolvimento de alimentos funcionais (6,7).

A secagem ou desidratação é um dos processos de conservação milenar, o qual compreende na remoção da massa de água do interior de um material úmido por meio dos fenômenos de transferência de calor e massa (8). A remoção da água e, conseqüentemente, redução da atividade de água do material, promove o aumento da vida útil de produtos alimentícios, evitando que reações de oxidações químicas e enzimáticas ocorra, além de, também, reduzir a atividade biológica de microrganismos deteriorantes em alimentos (9,10).

Dentre as técnicas de secagem, o tipo convectivo apresenta grande facilidade e baixo custo de operação e implementação, sendo comumente empregado nas indústrias de alimentos (11). O estudo do comportamento da cinética de secagem de produtos alimentos vêm sido realizado pois, os parâmetros estabelecidos no processo, tais como velocidade do ar e a temperatura de secagem, podem afetar diretamente a qualidade sensorial e nutricional do material seco que, conseqüentemente, reflete no valor comercial do produto (9). Por isso, modelos matemáticos são aplicados de modo a avaliar as curvas da cinética de secagem de diversos produtos agrícolas, gerando melhores condições de processos, produtos secos de maior qualidade e custos reduzidos de processo (12).

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos da temperatura de 60 e 70 °C no comportamento da cinética de secagem de cascas de pitaya, determinando o coeficiente de difusividade do processo e modelos matemáticos que represente os dados cinéticos de secagem.

MATERIAL E MÉTODOS

PROCESSO DE SECAGEM

A pitaya (*Hylocereus undatus*) foi obtida no comércio local de Dourados – MS no ano de 2019 e direcionada à Universidade Federal da Grande Dourados no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LATEC), o qual foi despulpado manualmente. As cascas da pitaya foram cortadas com espessura média de 0,107 cm e dispostas sobre vidro relógio ($\varnothing = 8,20$ cm), preenchendo toda a superfície da placa. A massa inicial da amostra foi obtida em balança digital com precisão de 0,001 g.

O processo de secagem foi realizado em secador de bandeja (CE-220/630, Cienlab) com velocidade de circulação do ar de 1 m s^{-1} nas temperaturas de 60 e 70 °C. Os dados experimentais do processo de secagem foram obtidos por pesagens consecutivas da amostra ao longo do período de secagem, onde, nas duas primeiras horas de processo a pesagem foi realizada a cada 15 min, na terceira e quarta hora a cada meia hora e, até obter peso constante (X_e), a amostra foi pesada a cada 60 min. Após este período, a amostra permaneceu no secador por 24 h até obter o peso final da amostra seca (X_{ss}).

A curva da taxa de secagem (TS) foi determinada a partir da derivação da umidade em relação ao tempo (t), empregando a área superficial da amostra (A) e a massa final da amostra seca (Eq. 1).

$$TS \left(\frac{g_{H_2O}}{\text{min cm}^2} \right) = \frac{X_{ss} \times \Delta X}{A \times \Delta t} \quad (1)$$

Relacionando o teor de umidade em um determinado tempo ($X_{\Delta t}$), umidade de equilíbrio (X_e) e a umidade inicial (X_0) da casca de pitaya foi obtido a razão de umidade (RU) como mostrado na Eq. 2.

$$RU = \frac{X_{\Delta t} - X_e}{X_0 - X_e} \quad (2)$$

A partir do ajuste dos dados experimentais Segunda Lei de Fick (Eq. 3) e considerando as amostras como placa plana infinita, temperatura constante de secagem, encolhimento insignificante e distribuição uniforme de umidade (13) foi determinado a difusividade efetiva (D_{ef}) do processo de secagem. Onde D_{ef} é dado em $\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$, t é o tempo de secagem (s) e L representa a espessura (m) da amostra.

$$RU = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left(-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2}\right) \quad (3)$$

A Eq. 3 pode ser simplificada (Eq. 4) devido ao longo período de secagem que amostras desidratadas por convecção são expostas, onde, apenas o primeiro termo é utilizado para determina o valor de D_{ef} (9).

$$RU = \frac{8}{\pi^2} e^{-D_{ef} \left(\frac{\pi}{2L}\right)^2 t} \quad (4)$$

Reestruturando a equação anterior na Eq. 5 e isolando a constante de secagem (k), os valores de D_{ef} foram obtidos conforme demonstrado na Eq. 6.

$$RU = ae^{kt} \quad (5)$$

$$k = -D_{ef} \left(\frac{\pi}{2L} \right)^2 \quad (6)$$

MODELOS MATEMÁTICOS DE SECAGEM

Os modelos empregados para avaliar a cinética de secagem da casca de pitaya são mostrados na Tabela 1, os quais são amplamente aplicados no estudo de secagem de diversos produtos agrícolas (9,12,14).

Tabela 1 – Modelos de secagem de produtos agroindustriais

Nome do modelo	Modelo	Referência	Equação
Aproximação da difusão	$RU = a e^{-kt} + (1-a) e^{-kbt}$	Phitakwinai et al. (15)	(7)
Logaritmo	$RU = a e^{-kt} + c$	Santos e Werle (8)	(8)
Midilli	$RU = a e^{-kt^n} + bt$	Santos e Werle (8)	(9)

RU = Razão de umidade; k , n , a , b , c , d = constantes do modelo de secagem; t = tempo de secagem.

Os parâmetros estatísticos do coeficiente de determinação (R^2) e a raiz quadrada do erro médio (RMSE), representados nas Eq. 10 e 11, respectivamente, foram utilizados para definir o modelo que melhor se ajusta e representa os dados da cinética de secagem da casca de pitaya. De acordo com Santos e Werle (9), o modelo matemático de secagem é representativo aos dados experimentais quando os valores de R^2 e RMSE apresentam-se próximo a 1 e 0, respectivamente.

$$R^2 = 1 - \sum_{t=1}^n \frac{(F_t - Y_t)^2}{(F_t - Y_m)^2} \quad (10)$$

$$RMSE = \left[\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

Onde Y_t , F_t , Y_m e n são valores preditos pelo modelo matemático, valores experimentais, valores médios e número de observações experimentais, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de remoção de água do interior dos alimentos ocorre pelos fenômenos de transporte de calor e massa, onde a exposição do material a uma fonte de calor aquecida promove o aumento da temperatura interna, provocando a difusão da massa de água para a superfície do material e, conseqüentemente, evaporação (13). Como mostrado na Figura 1, ao longo do processo de secagem, a umidade das cascas de pitaya foi reduzido e, para obter uma amostra com teor de umidade igual a 10%, maiores temperaturas de secagem (70 °C) possibilitou uma redução do tempo de secagem em 30 min. Diversos estudos mostram que a temperatura do ar de secagem é o principal parâmetro relacionado ao tempo de processo da secagem (9,12,15,16).

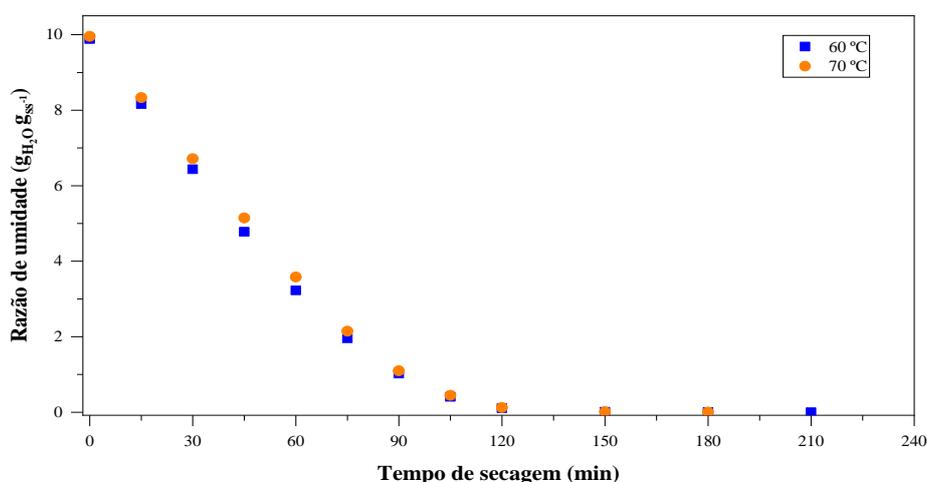


Figura 1 – Relação da razão de umidade e tempo de secagem da casca de pitaya

Quando foi avaliado a relação da TS e relação a RU durante o processo de secagem (Fig. 2), podemos observar que em 70 °C uma maior quantidade de água foi removida por área ao longo do período de secagem das cascas de pitaya, justificando a redução do tempo de secagem na maior temperatura avaliada. Assim como na maioria dos produtos agrícolas, o comportamento decrescente da curva obtida neste estudo indica que o mecanismo de difusão molecular interna é predominante, sendo constante em todo o processo de secagem do material (9).

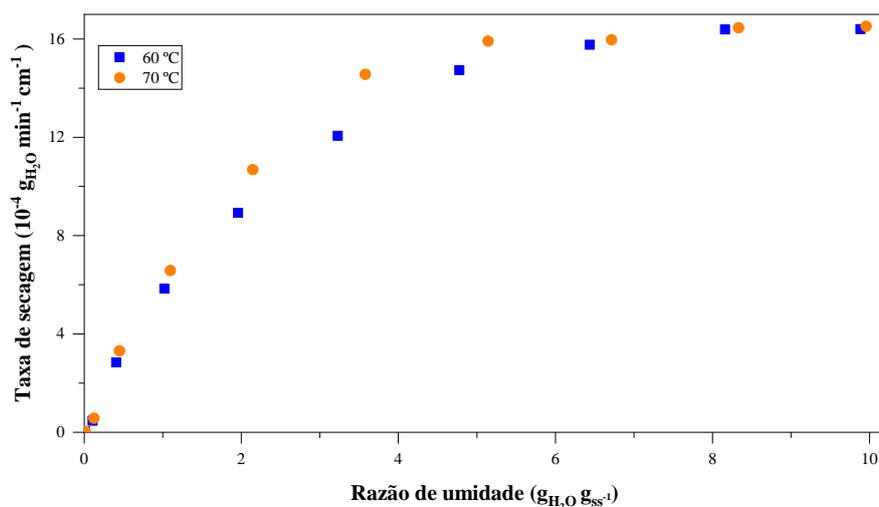


Figura 2 – Curva da taxa de secagem da casca de pitaya

A partir do ajuste dos dados experimentais à Segunda Lei de Fick, foi obtido os valores do coeficiente de secagem (k) e da difusividade efetiva (D_{ef}) da casca de pitaya, como demonstrado na Tabela 2. Avaliando estes parâmetros é possível observar que o aumento da temperatura promove maiores valores de k , indicando novamente que uma maior velocidade de remoção da água interna das amostras foi obtida na temperatura de 70 °C.

Tabela 2 – Coeficiente de secagem (k) e difusividade efetiva (D_{ef}) da secagem da casca de pitaya

Temperatura (°C)	k (min ⁻¹)	D_{ef} (10 ⁻¹⁰ m ² s ⁻¹)
60	0,0336	2,5985
70	0,0417	3,2249

k : constante de secagem. D_{ef} : difusividade efetiva.

Convencionalmente, os valores de D_{ef} são dependentes dos valores de k , sendo assim, maiores valores de difusividade foram obtidos na maior temperatura de secagem. Produtos agroindustriais apresentam valores entre 10⁻⁹ e 10⁻¹⁰, sendo similares aos obtidos nas duas temperaturas avaliadas deste estudo.

Os ajustes dos dados cinéticos aos modelos matemáticos foram avaliados e é possível observar que em todos os modelos os valores de R^2 foram superiores a 0,99. No entanto, ao avaliar o parâmetro RMSE, o modelo de Midilli apresentou os valores mais próximo a 0, indicando que este é o modelo que representa fielmente os dados da cinética de secagem da casca de pitaya.

Tabela 3 – Constantes obtidas pelos modelos matemáticos ajustados à secagem da casca de pitaya

Modelo	Parâmetros				
Aproximação da difusão	a	b	k	R ²	RMSE

60 °C	190,3910	1,0049	0,0393	0,9955	0,0229	
70 °C	196,7288	1,0050	0,0383	0,9929	0,0291	
Logaritmo	a	k	c	R ²	RMSE	
60 °C	1,1382	0,0174	-0,0832	0,9984	0,0436	
70 °C	1,1998	0,0149	-0,1475	0,9966	0,0457	
Midilli	a	b (x10 ⁻⁴)	k	n	R ²	RMSE
60 °C	0,9843	-60,7800	0,0024	1,5040	0,9979	0,0154
70 °C	0,9802	-1,1275	0,0017	1,5642	0,9972	0,0185

a, b, c, k, n: coeficientes do modelo de secagem. R²: coeficiente de determinação. RMSE: Raiz quadrada do erro médio.

O ajuste dos dados experimentais ao modelo de Midilli pode ser observado na Fig. 3, onde, há grande similaridade dos dados preditos e experimental. O modelo de Midilli foi capaz de representar a cinética de secagem de diversos produtos agroindustriais, tais como café (15), folhas de jenipapo (17) e fatias de physalis (18).

A avaliação de modelos matemáticos que represente a cinética de secagem de fontes alimentícias pode auxiliar na determinações de melhores condições de processamento, evitando a perda de nutrientes termosensíveis e da qualidade sensorial dos alimentos (16), além de reduzir os custos do processo de obtenção de alimentos desidratados (9).

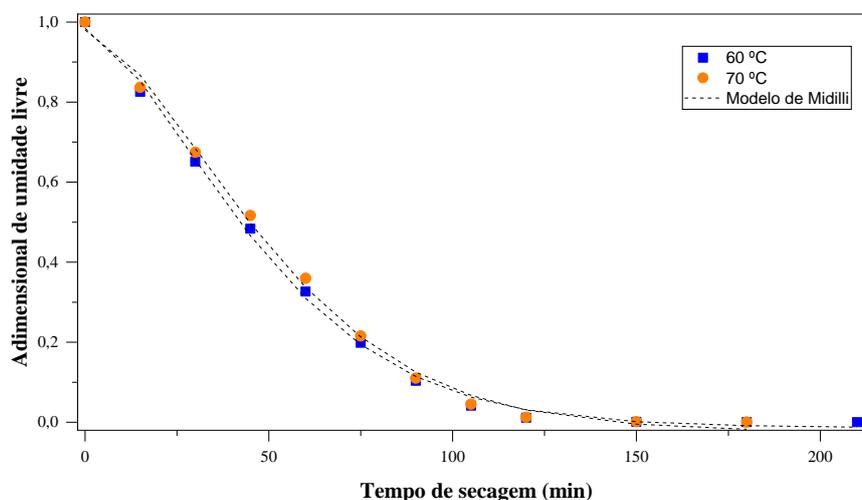


Figura 3 – Representação do Modelo de Midilli a cinética de secagem da casca de pitaya

CONCLUSÕES

Neste estudo foi possível observar que o aumento da temperatura afeta o tempo de secagem da casca de pitaya, reduzindo em cerca de 30 min o processo de desidratação ao expor a amostra em temperatura de 70 °C. Conseqüentemente, houve o aumento da taxa de secagem e dos parâmetros da constante de secagem e da difusividade efetiva do material. Ainda, ao avaliar modelos matemáticos aos dados cinéticos, foi possível

determinar que Midilli é o modelo que melhor representa os dados cinéticos do processo de desidratação da casca de pitaya, com valores de R^2 superiores a 0,9972 e RMSE inferior a 0,0185.

REFERÊNCIAS

1. Bhagya Raj GVS, Dash KK. Ultrasound-assisted extraction of phytochemicals from dragon fruit peel: Optimization, kinetics and thermodynamic studies. *Ultrason Sonochem* [Internet]. 2020;68(May):105180. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2020.105180>
2. Mahayothee B, Komonsing N, Khuwjitjaru P, Nagle M, Müller J. Influence of drying conditions on colour, betacyanin content and antioxidant capacities in dried red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Int J Food Sci Technol*. 2019;54(2):460–70.
3. Ahmad MA, Eusoff MA, Adegoke KA, Bello OS. Sequestration of methylene blue dye from aqueous solution using microwave assisted dragon fruit peel as adsorbent. *Environ Technol Innov* [Internet]. 2021;24:101917. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101917>
4. Fathordoobady F, Jarzębski M, Pratap-Singh A, Guo Y, Abd-Manap Y. Encapsulation of betacyanins from the peel of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus* L.) in alginate microbeads. *Food Hydrocoll*. 2021;113(December 2020).
5. Phuengphai P, Singjanusong T, Kheangkhun N, Wattanakornsiri A. Removal of copper(II) from aqueous solution using chemically modified fruit peels as efficient low-cost biosorbents. *Water Sci Eng* [Internet]. 2021;(xxx). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wse.2021.08.003>
6. Zanchet A. Utilização de farinha de casca de pitaya vermelha (*Hylocereus undatus*) na substituição parcial de gordura em biscoito tipo cookie. Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2017.
7. Utpott M, Krigger S, Dias CZ, Thys RCS, Rios AO, Flôres SH. Utilização da farinha da casca de pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) como substituto de gordura em pães de forma. In: 6º Simpósio de Segurança Alimentar. Gramado - RS; 2018. p. 1–16.
8. Lopes de Menezes M, Ströher AP, Curvelo Pereira N, Teresa Davantel de Barros S. Análise da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo. *Engevista* [Internet]. 2013 Jan 23;15(2):176. Available from: <http://periodicos.uff.br/engevista/article/view/8938>
9. Santos LG dos, Werle LO. Influência da temperatura de secagem de fatias da polpa de abóbora menina brasileira nos parâmetros cinéticos e termodinâmicos.

- Rev Bras Agrotecnologia. 2021;11(2):556–62.
10. Santos LG dos, Fernandes A dos S, Dorigon MFB, Santos MAD dos, Galante RM, Werle LO. Comparação da cinética de secagem de maçã argentina (*Malus domestica* ‘RED DELICIOUS’) e maçã verde (*Malus domestica* ‘GRANNY SMITH’). In: A Produção do Conhecimento nas Ciências da Saúde 2 [Internet]. Atena Editora; 2019. p. 178–87. Available from: <https://www.atenaeditora.com.br/arquivos/ebooks/a-producao-do-conhecimento-nas-ciencias-da-saude-2>
 11. Santos LG dos, Silva CR da, Santos MF dos, Galante RM, Werle LO. Avaliação de modelos de secagem e determinação do coeficiente difusivo de cará (*Dioscorea alata*). In: As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 4 [Internet]. Atena Editora; 2019. p. 40–8. Available from: <https://www.atenaeditora.com.br/arquivos/ebooks/as-engenharias-frente-a-sociedade-a-economia-e-o-meio-ambiente-4>
 12. Lisboa HM, Araujo H, Paiva G, Oriente S, Pasquali M, Duarte ME, et al. Determination of characteristic properties of mulatto beans (*Phaseolus vulgaris* L.) during convective drying. *J Agric Food Res* [Internet]. 2019 Dec;1(November):100003. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2666154319300031>
 13. Crank J. *The mathematics of diffusion*. 2nd ed. Oxford University Press; 1975.
 14. Silva LM de M, Sousa FC de, Sousa EP de, Cavalcanti Mata MERM, Duarte MEM. Modelos de predição da cinética de secagem dos grãos de guandu. *Brazilian J Food Technol*. 2014;17(4):310–8.
 15. Phitakwinai S, Thepa S, Nilnont W. Thin-layer drying of parchment Arabica coffee by controlling temperature and relative humidity. *Food Sci Nutr* [Internet]. 2019 Sep;7(9):2921–31. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/fsn3.1144>
 16. Godoi AS, Santos BMM dos, Holsbach FMS, Silva WC da, Lima T de, Werle LO, et al. Determinação Da Cinética De Secagem De Kiwi Amarelo (*Actinidia Chinensis*) E Kiwi Verde (*Actinidia Deliciosa*). *Brazilian J Dev*. 2020;6(7):51941–50.
 17. Silva LA, Resende O, Virgolino ZZ, Bessa JFV, Moraes WA, Vidal VM. Cinética de secagem e difusividade efetiva em folhas de jenipapo (*Genipa americana* L.). *Rev Bras Plantas Med*. 2015;17(4):953–63.
 18. İzli N, Yıldız G, Ünal H, Işık E, Uylaşer V. Effect of different drying methods on drying characteristics, colour, total phenolic content and antioxidant capacity of Goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Int J Food Sci Technol* [Internet]. 2014 Jan;49(1):9–17. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/ijfs.12266>

Capítulo 59

DESENVOLVIMENTO E POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS ATIVAS BIODEGRADÁVEIS EM MORANGA MINIMAMENTE PROCESSADA

G. A. Camargo¹, J. R. Gardingo², I. M. Demiatte³, N. A. Vasco⁴, J. R. Andrade¹, G. C. Lenhani¹ & J. B. Olivato⁵

¹Estudante do Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA – UEPG; E-mail: giovanialmeidacamargo@hotmail.com; jhonathandrade@gmail.com; gabi.lenhani@gmail.com,

²Docente Aposentado do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade – UEPG; E-mail: jrgardin@uepg.br,

³Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos – PPGCTA – UEPG; E-mail: demiate@yahoo.com,

⁴Estudante do Curso de Farmácia – UEPG. E-mail: natalyap.vasco@hotmail.com,

⁵Docente do Departamento de Ciências Farmacêuticas – PPGCTA; E-mail: jbolivato@uepg.br.

RESUMO: Abóboras da espécie *Cucurbita maxima* Duchesne são hortaliças popularmente conhecidas no Brasil como morangas. O abastecimento do varejo com produtos vegetais minimamente processados já é realidade, contudo observa-se que a possibilidade de extensão do tempo de prateleira desses produtos é de grande interesse a fim de facilitar a comercialização, assim como evitar o desperdício. A utilização de embalagens contendo material biodegradável em associação com ingredientes ativos oferece uma solução tecnológica passível de ser implementada. A pesquisa teve como objetivo a produção e aplicação de filmes biodegradáveis contendo nanoargilas zeólitas (Z) e óleo essencial de tomilho (T) na embalagem de moranga minimamente (MMP) processada e avaliação dos parâmetros físico-químicos do alimento durante sua vida útil. As análises de umidade das MMP não demonstraram diferenças entre os tratamentos, que permaneceram constantes. O tratamento T apresentou efeitos positivos observado na redução de cromaticidade amarela na polpa. Já o tratamento Z apresentou redução no distúrbio fisiológico de *white blush*, caracterizado pelo aumento do parâmetro de cor L* além da redução no parâmetro de perda de massa. A utilização de filmes biodegradáveis ativos em embalagens primárias pode oferecer benefícios à vida útil de MMP.

Palavras-chave: bioplásticos; amido; zeólitas; óleo essencial; processamento mínimo.

INTRODUÇÃO

As abóboras pertencem à família das cucurbitáceas, possuindo diversas espécies em formatos e cores diversos (1). Dentre os tipos de abóbora, temos a *Cucurbita maxima* Duchesne, popularmente conhecidas como morangas e que são de fácil colocação no mercado (2). É de grande importância que hortaliças sejam disponíveis à população, uma vez que a pesquisa ressalta situações onde verificasse que o consumo aquém desse pode ser correlacionado com doenças (3). O processo mínimo de moranga pode ser uma alternativa viável a fim de facilitar o consumo desse tipo de alimento pela população.

O consumo de hortaliças em território nacional é comprovadamente insuficiente no Brasil, fato este decorrente do domínio de alimentos ultraprocessados na dieta, o que acarreta na diminuição do consumo de hortaliças (4). Concomitante, os produtos minimamente processados ganham impulso no mercado, sendo uma opção preferencial por conta de sua conveniência e aspecto fresco, devido ao baixo nível de processamento (5). Considerando isso, o desenvolvimento de embalagens ativas que sejam viáveis para uso prático na cadeia de distribuição e comercialização de alimentos, a fim de auxiliar na logística e preservação desses produtos perecíveis torna-se imprescindível (6).

A perspectiva é que o setor de bioplásticos apresente maior expansão na América do Sul e Ásia, com destaque ao Brasil em particular, país que acomoda características regionais que favorecem a expansão da indústria biopolimérica bem como vantagens econômicas e tecnológicas (7). A obtenção de filmes a base de amido tem como foco a inovação no setor, através de formulações com um viés ecológico e social em vista, uma vez que podem auxiliar na redução do uso de petróleo, favorecer a utilização de matéria prima renovável e biodegradável (8). Assim, o objetivo do trabalho foi o desenvolvimento de filmes biodegradáveis ativos a base de amido e contendo óleo essencial de tomilho ou nanoargilas zeólitas e sua aplicação na embalagem de abóboras minimamente processadas, avaliando-se a influência da embalagem nos parâmetros físico-químicos de perda de massa, umidade, potencial hidrogeniônico, acidez total, teor de sólidos solúveis e cor do alimento durante sua vida útil.

MATERIAL E MÉTODOS

Produção dos filmes

A produção de filmes de amido de mandioca à 3% (m/m; b.s.) aderida em bases plásticas de poliestireno expandido (ISOPOR®) contou com duas formulações distintas contendo cada uma um ingrediente ativo associado, sendo estes a argila zeólita (sigla Z) (Sigma Aldrich, EUA) e o óleo essencial de tomilho (sigla T) (Quinarí, Brasil), além do Controle (sigla C) que não apresentava nenhum ingrediente ativo composicional. As formulações estão descritas no Quadro 1:

Quadro 1 – Formulações utilizadas no desenvolvimento das embalagens controle e ativas.

Formulações	Amido (g.100g ⁻¹)	Glicerol (g.100g ⁻¹)	Zeólita (g.100g ⁻¹)	OET* (g.100g ⁻¹)
C	3,30	0,66	0,00	0,00
Z	3,44	0,86	1,03	0,00
T	3,44	0,66	0,00	0,50

*OET: óleo essencial de tomilho.

Para a obtenção dos filmes, as formulações são submetidas ao aquecimento constante até que se atinja a temperatura de 95 °C sob constante agitação por até 15 minutos, momento onde o aquecimento é suspenso e a mistura é então deixada em repouso até atingir a temperatura de 40 °C. Ao chegar na temperatura desejada, a mistura polimérica é vertida em placas de poliestireno expandido (ISOPOR®) que apresentam dimensões médias de 2 mm de espessura, 14,93 cm de largura e 21,23 cm de comprimento. Na quantidade de solução filmogênica aproximada de 55 g e condicionadas em estufa do tipo B.O.D. (Tecnal, Brasil) para secagem por 24 horas. Com a finalidade de garantir a incorporação do OET sem perdas por volatilização, o tratamento T tem o seu ingrediente ativo (OET) após o resfriamento da solução (40°C).

Condicionamento das abóboras

A colheita da abóbora do tipo moranga da variedade BGH 7653 foi executada no meio de julho do ano de 2019 na Fazenda Escola Capão da Onça da Universidade Estadual de Ponta Grossa, sendo selecionadas as que se apresentavam aptas para o processamento. Optou-se pelo protocolo adaptado de processamento mínimo (9) que incluiu as etapas de limpeza superficial, seguindo então para o corte destas no formato meia lua e remoção da casca. Concluída a etapa, todos os pedaços passaram pela imersão em água clorada (com gelo por 10 minutos para a remoção de calor de campo dos vegetais e também sanitização das amostras. Os pedaços enxaguados foram levados para o embalagem sob os tratamentos preparados. As embalagens foram submetidas ao armazenamento refrigerado de 4 à 7 °C. Foram monitoradas as alterações físico-químicas das amostras em intervalos de cerca de 3 dias por um período de 13 dias, intervalo de tempo em que a moranga minimamente processada (MMP) demonstrou-se adequada para consumo.

Análises físico-químicas das abóboras durante o armazenamento

Durante o armazenamento, foram realizadas análises físico-químicas de pH, acidez total titulável (ATT), perda de massa (PM), teor de sólidos solúveis (TSS), teor de umidade (U), firmeza (F) e cor. Ao avaliar o pH, fez-se uso de aparelho peagômetro modelo PHS-3B (Labmeter) utilizando-se uma solução a 10% (m/v) de amostra após trituração e homogeneização em água destilada. Para a PM, cada tratamento teve uma embalagem selada segregada das demais e pesada periodicamente, sendo calculado PM em porcentagem (%).

O teor de umidade (U) foi realizado em estufa com temperatura constante de 105 °C. A metodologia seguida obedeceu diretrizes do Instituto Adolfo Lutz (10). A acidez

total titulável (ATT), em acordância com metodologia discriminada no manual do IAL, fez uso de 10 g de moranga triturada e homogeneizada, sendo as amostras diluídas em 100 ml de água. A titulação foi executada com NaOH 0,1 M até a detecção visual do ponto de viragem. Em consonância com a espécie analisada (11) os resultados foram expressos em % (g/100 ml) de ácido málico.

Os teores de sólidos solúveis (TSS) foram analisados em equipamento de refratometria calibrado Modelo Abbe, Marca RTA-100, com 10 gramas do material triturado sendo diluídos em 100 ml de água destilada com posterior gotejamento da solução no leitor amostral. A avaliação da firmeza foi realizada por meio de testes de penetração mensurando quantitativamente o parâmetro da dureza (N/m^2), conforme descrito por e com auxílio de um texturômetro TA.TX Plus (Stable Micro System) com probe de 2mm do tipo P/2, e velocidade de penetração de 1 mm/s (12). Por meio do colorímetro (BYK Gardner) sob escala CieLab, foram analisados os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (cromaticidade do vermelho ao verde) e b^* (cromaticidade do amarelo ao azul). Os ensaios foram em triplicata e contaram com cores sistematizadas sob iluminante D_{65} (luz do dia) e ângulo visual de 10° .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na Tabela 1, não foi verificada diferença significativa no teor de sólidos solúveis entre os diferentes tratamentos, permanecendo inalterado durante o período de armazenamento, o que demonstra eficiência das embalagens testadas na estabilidade destes valores durante o período de vida útil do alimento. Por motivos de força maior, não houve análise de sólidos solúveis ao terceiro dia.

Tabela 1 – Resultados do teor de sólidos solúveis ($^\circ$ Brix) da MMP sob diferentes tratamentos.

Amostras	Teor de sólidos solúveis ($^\circ$ Brix) durante o armazenamento de MMP		
	7 $^\circ$ dia	10 $^\circ$ dia	13 $^\circ$ dia
C	3,3 \pm 2,8 ^{aA}	5,8 \pm 3,8 ^{aA}	5,0 \pm 2,5 ^{aA}
Z	3,0 \pm 2,6 ^{aA}	4,1 \pm 1,4 ^{aA}	1,2 \pm 1,2 ^{aA}
T	2,5 \pm 1,3 ^{aA}	3,3 \pm 1,4 ^{aA}	4,1 \pm 1,4 ^{aA}

* Os resultados foram expressos como: média \pm desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0,05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

As amostras de MMP demonstraram ainda estabilidade nos valores de umidade, conforme mostrado na Tabela 2. Esse comportamento é resultado da manutenção da temperatura de refrigeração (13), não ocorrendo variação detectável estatisticamente.

Tabela 2 – Resultados do teor de umidade (%) de MMP sob diferentes tratamentos.

Amostras	Umidade (%) durante o armazenamento de MMP (dias)			
	3 $^\circ$ dia	7 $^\circ$ dia	10 $^\circ$ dia	13 $^\circ$ dia
C	87,63 \pm 0,80 ^{aA}	89,78 \pm 2,06 ^{aA}	86,44 \pm 1,07 ^{aA}	87,65 \pm 0,55 ^{aA}
Z	87,66 \pm 0,60 ^{aB}	90,56 \pm 0,44 ^{aA}	87,45 \pm 1,21 ^{aB}	87,69 \pm 0,79 ^{aB}
T	86,93 \pm 1,28 ^{aA}	90,73 \pm 1,15 ^{aA}	85,83 \pm 2,63 ^{aA}	89,01 \pm 1,83 ^{aA}

* Os resultados foram expressos como: média \pm desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

O gráfico cinético elaborado com os dados monitorados para perda de massa demonstraram perdas baixas para o grupo de controle e perda negativa (ganho de massa) para o tratamento Z sendo discrepante o tratamento T, com perdas de massa superiores aos demais, atingindo o ápice ao sétimo dia (Figura 1). O comportamento de Z pode ser associado à penetração de umidade na embalagem segregada para a avaliação de perda de massa.

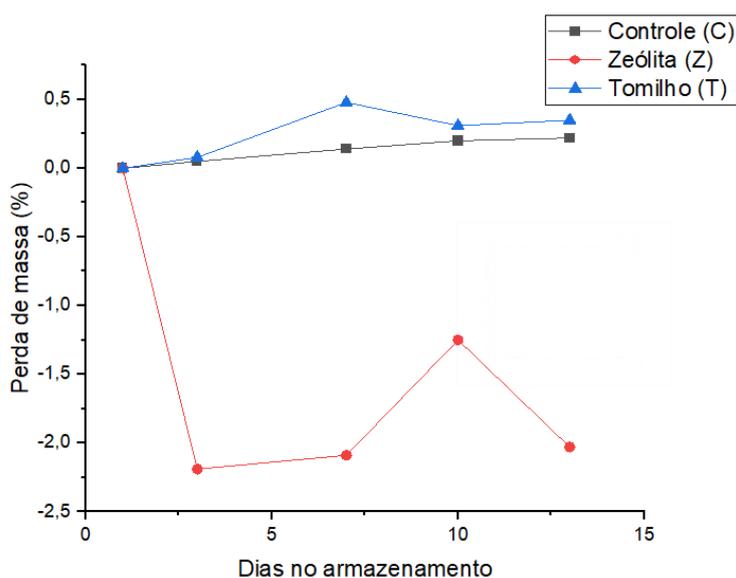


Figura 1 – Valores de perda de massa (%) de MMP sob diferentes tratamentos.

Os valores de acidez titulável (Tabela 3) demonstraram que o tratamento C apresentou aumento de acidez ao sétimo dia de estocagem e entrando em queda ao final do período. O tratamento Z permaneceu estável durante todo o período de armazenamento, revelando um provável benefício desse tratamento no condicionamento de MMP. Em experimentos com melão (14) e cenoura (15) minimamente processados, o armazenamento apresentou constância dos valores de ATT. A manutenção dos valores de acidez de moranga é também relatada por outros autores(11,16). As variações observadas na ATT são possivelmente originárias das variações de temperatura dentro da câmara de armazenamento.

Tabela 3 – Resultados de acidez total titulável (ATT) em % ácido málico para MMP sob diferentes tratamentos.

Amostras	ATT (%) durante o armazenamento de MMP (dias)			
	3º dia	7º dia	10º dia	13º dia
C	0,8 \pm 0,0 ^{bb}	1,7 \pm 0,0 ^{aA}	0,7 \pm 0,1 ^{aBC}	0,5 \pm 0,0 ^{aC}
Z	0,6 \pm 0,0 ^{cA}	0,6 \pm 0,1 ^{bA}	0,6 \pm 0,0 ^{aA}	0,4 \pm 0,0 ^{aA}
T	1,0 \pm 0,1 ^{aA}	0,6 \pm 0,1 ^{bb}	0,6 \pm 0,0 ^{aB}	0,5 \pm 0,0 ^{aB}

* Os resultados foram expressos como: média \pm desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

Para os valores de pH (Figura 2) houve uma tendência a aumento dos valores, comparando-se o pH inicial ao obtido das amostras no final do experimento (13 dias). No décimo terceiro dia houve um acréscimo acentuado do pH das MMP embaladas em embalagens C, atingindo o valor final de 5,9, ficando próximo de T com 5,92. O tratamento com zeólitas apresentou pH final acima de 6.

As variações de pH não apresentaram mudanças de faixa significativas, podendo ser interpretado como um sucesso a metodologia de sanitização adotada que possivelmente impediu a propagação microbológica que comprometesse a sanidade do alimento e propiciasse a redução de pH, fenômeno já observado em hortaliças do tipo tomate (17).

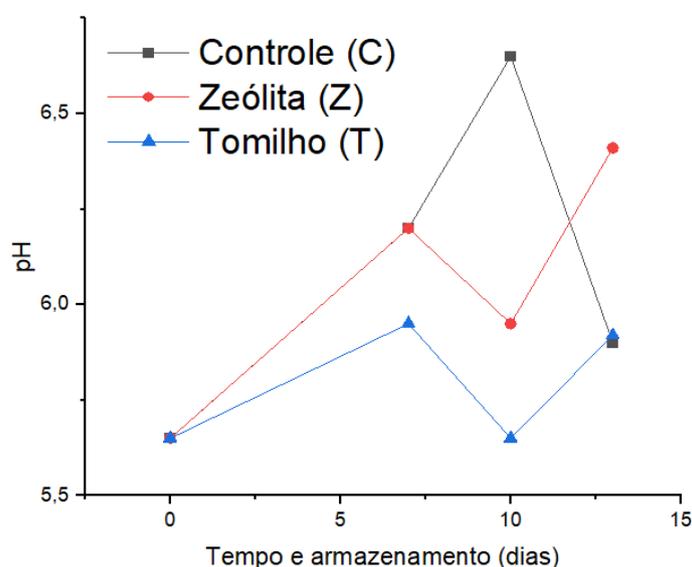


Figura 2 – Valores de pH obtidos nas amostras de MMP sob diferentes tratamentos.

Com relação aos parâmetros colorimétricos, a luminosidade (L^*) das amostras (Tabela 4) aumentou de forma significativa nas amostras do tratamento T, com auge no décimo terceiro dia. Em contrapartida, os valores de C e Z foram os menores ao final do experimento. Uma possível causa para os valores de luminosidade em T é o fenômeno conhecido como *white blush*, ocorrência já verificada em outras hortaliças minimamente processadas como abóbora e cenoura (11,18). Esse fenômeno é verificável em olerícolas, sendo uma espécie de embranquecimento, sendo de ordem fisiológica (19) com diversas hipóteses relacionadas ao seu desenvolvimento (20).

Tabela 4 – Resultados da análise de luminosidade (L^*) de MMP dos diferentes tratamentos.

Amostras	Luminosidade (L^*) durante o armazenamento de MMP (dias)		
	7° dia	10° dia	13° dia
C	73,19 \pm 0,60 ^{aB}	75,60 \pm 0,43 ^{aA}	70,24 \pm 1,65 ^{bC}

Z	70,76 ± 0,65 ^{bB}	73,74 ± 0,53 ^{abA}	70,17 ± 0,10 ^{bB}
T	74,20 ± 0,04 ^{aA}	71,63 ± 1,27 ^{bB}	75,27 ± 0,15 ^{aA}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

Considerando os valores de cromaticidade, o parâmetro a^* mostrou constante incremento para os tratamentos C e Z, atingindo valores tendendo mais para o espectro do vermelho. Em contrapartida, os valores em T apresentaram valores inferiores de croma no décimo terceiro dia de armazenamento (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultados da análise de croma a^* de MMP com diferentes tratamentos.

Amostras	Cor (a^*) durante o armazenamento de MMP (dias)		
	7° dia	10° dia	13° dia
C	23,85 ± 0,66 ^{bB}	21,17 ± 0,68 ^{aC}	25,97 ± 0,78 ^{aA}
Z	27,38 ± 0,12 ^{aA}	22,24 ± 0,40 ^{aB}	27,11 ± 0,13 ^{aA}
T	22,82 ± 0,17 ^{cA}	24,86 ± 2,38 ^{aA}	20,69 ± 0,65 ^{bA}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

Os valores da cromaticidade em b^* (Tabela 6) demonstraram queda para C ao décimo dia, demonstrando o menor valor do parâmetro b^* registrado, aumentando ao décimo terceiro dia, exibindo valor mais próximo ao croma do amarelo quando comparado aos demais. Os tratamentos T e Z apresentaram maiores valores de b^* no décimo dia de armazenamento, contudo T apresenta forte queda na cromaticidade, exibindo o menor croma amarelado no décimo terceiro dia. A tendência de aparecimento de cores amareladas é conhecida como *yellowing* em hortaliças e pode ser relacionada com o acúmulo de etileno proveniente da respiração, já constatado em hortaliças como o brócolis (21). Assim, podemos considerar o tratamento T como promissor na manutenção da coloração de MMP em armazenamentos longos.

Tabela 6 – Resultados da análise de croma b^* de MMP sob diferentes tratamentos.

Amostras	Cor (b^*) durante o armazenamento de MMP (dias)		
	7° dia	10° dia	13° dia
C	71,40 ± 0,42 ^{bB}	67,83 ± 0,63 ^{bC}	76,03 ± 0,04 ^{aA}
Z	70,39 ± 0,54 ^{bB}	73,16 ± 0,52 ^{bA}	70,98 ± 0,27 ^{bB}
T	74,54 ± 0,30 ^{aB}	82,31 ± 3,72 ^{aA}	69,03 ± 0,82 ^{cB}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0.05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

A firmeza das amostras de abóbora estão apresentadas na Tabela 7. Os resultados não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Para o tratamento T, a firmeza registrada foi de 476 N/mm² ao sétimo dia, aumentando para 620,4 N/mm² no décimo terceiro dia, maior valor desse parâmetro registrado. Esse fenômeno está

correlacionado com a maior perda de massa registrada no tratamento T em relação aos demais tratamentos. As amostras embaladas com o tratamento C também registraram a tendência de aumento dos valores de firmeza, fato este em conformidade com o relatado na literatura para mamão (22) e abóbora (11).

O tratamento Z orienta-se de outra maneira, partindo de 568,2 N/mm² para 394,7 N/mm² e finalizando com um valor inferior ao início de 489,8 N/mm². Tal fenômeno já foi observado em pepinos minimamente processados (23), sendo provável que a ocorrência ocorra por conta da modificação e degradação da parede celular (24).

Tabela 7 – Resultados da análise de firmeza de MMP sob diferentes tratamentos.

Amostras	Firmeza (N/mm ²) durante o armazenamento de MMP (dias)		
	7º dia	10º dia	13º dia
C	537,97 ± 89,68 ^{aA}	503,23 ± 68,45 ^{aA}	611,91 ± 36,35 ^{aA}
Z	568,18 ± 42,27 ^{aA}	394,66 ± 88,45 ^{aB}	489,84 ± 54,17 ^{aAB}
T	475,96 ± 28,56 ^{aB}	609,89 ± 100,01 ^{aA}	620,39 ± 45,21 ^{aA}

* Os resultados foram expressos como: média ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna ou linha não apresentam diferença significativa (teste de Tukey. $p < 0,05$), sendo a letra maiúscula referente a linha e minúscula referente a colunas.

CONCLUSÕES

A produção e aplicação de filmes biodegradáveis ativos em no armazenamento de moranga após processamento mínimo foi obtida com sucesso. A utilização de ingredientes ativos resultou em diferentes comportamentos das amostras de MMP durante o armazenamento. A embalagem ativa contendo óleo essencial de tomilho foi associada com a manutenção da firmeza da MMP, além de uma provável resistência aos efeitos do amarelecimento, o que pode indicar uma relação positiva na redução de respiração metabólica da hortaliça.

As embalagens contendo a nanoargila zeólita, mostraram redução dos efeitos da incidência do distúrbio fisiológico do “*white blush*”, assim como uma menor perda de massa da MMP durante a estocagem. A utilização de embalagens biodegradáveis ativas a base de amido demonstraram indícios de efetividade no armazenamento moranga minimamente processada, representando potencial de aplicação comercial.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CNPq pela bolsa concedida para a execução da pesquisa, a Universidade Estadual de Ponta Grossa pela concessão das instalações para o plantio, armazenamento e análises executadas durante o projeto. O presente trabalho foi realizado também com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

1. Ramos SRR, Lima NRS, Anjos JL dos, Carvalho HWL de, Oliveira IR de, Sobral LF, et al. Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil [Internet]. 1st ed. Aracaju: Embrapa; 2010. 36 p. Available from: http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2010/doc_154.pdf
2. Ferreira MG, Alves FM, Silva DJH da, Nick C. A cultura. In: Nick C, Borém A, editors. Abóboras e morangas do plantio à colheita [Internet]. 1st ed. Viçosa: Editora UFV; 2014. p. 203. Available from: <https://design.jet.com.br/editoraufv/documentos/Abóboras do plantio à colheita.pdf>
3. Oliveira M da S, Lacerda LNL, Dos Santos LC, Lopes ACS, Sette Câmara AMC, Menzel HJK, et al. Consumo de frutas e hortaliças e as condições de saúde de homens e mulheres atendidos na atenção primária à saúde. *Cienc e Saude Coletiva*. 2015;20(8):2312–22.
4. Canella DS, Louzada ML da C, Claro RM, Costa JC, Bandoni DH, Levy RB, et al. Consumo de hortaliças e sua relação com os alimentos ultraprocessados no Brasil. *Rev Saude Publica*. 2018;52:50.
5. Bansal V, Siddiqui M, Rahman M. Minimally Processed Foods: Overview. In: Siddiqui MW, Rahman MS, editors. *Food Engineering Series* [Internet]. 1st ed. Springer US; 2015. p. 1–15. Available from: https://www.researchgate.net/publication/265086933_Minimally_Processed_Foods_Overview
6. Santos JS, Oliveira MBPP. Revisão: Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. *Brazilian J Food Technol* [Internet]. 2012;15(1):1–14. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/bjft/v15n1/01.pdf>
7. Amorim DP de L. Bioplásticos: Benefícios Sustentáveis E Ascensão Da Produção Bioplastics: Sustainable Benefits and Rising Production. *Rev Metrop Sustentabilidade*. 2019;9(1):86–99.
8. Lackner M. Bioplastics. In: *Othmer Encyclopedia of Chemical Technology* [Internet]. ohn Wiley & Sons, Inc.; 2015. Available from: https://www.researchgate.net/publication/315726379_Bioplastics
9. Salata A da C, Evangelista RM, Cardoso AII. Abóbora minimamente processada em diferentes cortes. *Hortic Bras* [Internet]. 2010;28(2):4004–10. Available from: http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_4/A2578_T4439_Comp.pdf
10. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos [Internet]. IV. Zenebon O, Pascuet NS, Tiglia P, editors. Núcleo de Informação e Tecnologia. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008. 1020 p. Available from: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf
11. Sasaki FF. Processamento mínimo de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch.): Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas [Internet]. [São Paulo]: Universidade de São Paulo; 2005. Available from: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11144/tde-15072005-165826/publico/FabianaSasaki.pdf>
12. NISHINARI K, KOHYAMA K, KUMAGAI H, FUNAMI T, BOURNE MC.

- Parameters of Texture Profile Analysis. *Food Sci Technol Res* [Internet]. 2013;19(3):519–21. Available from: <http://jlc.jst.go.jp/DN/JST.JSTAGE/fstr/19.519?lang=en&from=CrossRef&type=abstract>
13. Bennett AH. Principles and equipment for precooling fruits and vegetables. In: *ASHRAE Symposium Bulletin*. San Francisco: Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 1971. p. 1.
 14. Pinto SAA. Processamento mínimo de melão tipo Orange Flesh e de melancia “Crimson Sweet.” Universidade Estadual Paulista; 2002.
 15. Spagnol WA. Processamento mínimo de cenoura e feijão-vagem. Universidade Estadual de Campinas; 2005.
 16. Rahman MA, Miarruddin M, Khan MHH, Masud MAT, Begum MM. EFFECT OF STORAGE PERIODS ON POSTHARVEST QUALITY OF PUMPKIN. *Bangladesh J Agric Res* [Internet]. 2013;38(June):247–55. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/7091/995a766bb1ef05828cfc5ee4614950c4223c.pdf>
 17. Ajayi AA, Olasehinde IG. Studies on the pH and protein content of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) fruits deteriorated by *Aspergillus niger*. *Sci Res Essay*. 2009;4(3):185–7.
 18. Lana MM. Aspectos da fisiologia de cenoura minimamente processada. *Hortic Bras*. 2000;18(3):154–8.
 19. Kasim MU, Kasım R. Color Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables. In: *Sixth International Scientific Agricultural Symposium, Agrosym 2015*. 2015. p. 1007–14.
 20. Barrett DM, Beaulieu JC, Shewfelt R. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: Desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2010;50(5):369–89.
 21. Fan X, Mattheis JP. Yellowing of broccoli in storage is reduced by 1-methylcyclopropene. *HortScience*. 2000;35(5):885–7.
 22. Sarzi B. Conservação de abacaxi e mamão minimamente processados: associação entre o preparo, a embalagem e a temperatura de armazenamento [Internet]. São Paulo: Universidade Estadual Paulista; 2002. p. 100. Available from: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/97002/sarzi_b_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 23. Silva VA da, Ribeiro FC, Sousa IF de, Costa FB da, Pushmann R, Loreto M das DS de. Análise físico-química de pepino caipira minimamente processado. In: *Artigo* [Internet]. Fortaleza: XX CBED; 2009. p. 1–11. Available from: http://www.xxcbed.ufc.br/arqs/public/t_06.pdf
 24. PEREIRA T. Avaliação das Características Físicas e Químicas de Goiabas (*Psidium guajava* L.) cv. Cortibel, de Polpa Branca, sob Diferentes Condições de Armazenamento. [Rio de Janeiro]: Universidade do Norte Fluminense; 2003.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-60>

Capítulo 60

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO MURICI *IN NATURA* E DESIDRATADO

Amanda Martins Santos¹; Bianca Ferreira Augustinho²; Thays Priscila de Sousa Alves³; Ellen Godinho Pinto⁴; Wiaslan Figueiredo Martins⁵; Dayana Silva Batista Soares⁶; Ana Paula Stort Fernandes⁷

¹ Estudante do Curso Superior em Tecnologia em Alimentos – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Morrinhos - GO. amandamsantos2710@mail.com.

² Estudante do Curso Superior em Tecnologia em Alimentos – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Morrinhos - GO. biafer2308@gmail.com.

³ Estudante do Curso Superior em Tecnologia em Alimentos – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Morrinhos - GO. thayspriscilaalvesgtba2013@gmail.com.

⁴ Professora – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Morrinhos - GO. ellen.godinho@ifgoiano.edu.br.

⁵ Professora – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Morrinhos - GO. wiaslan.martins@ifgoiano.edu.br.

⁶ Professora – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Morrinhos - GO. dayana.soares@ifgoiano.edu.br.

⁷ Professora – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Morrinhos - GO. ana.stort@ifgoiano.edu.br.

Resumo: O murici (*Byrsonima crassifolia*) é um fruto que apresenta coloração amarela, com formato levemente achatado e esférico, e dispõe de um diâmetro aproximado de 1,5 a 2,0 cm. Neste trabalho, objetivou-se analisar as características físico-químicas do murici *in natura* e desidratado. Os frutos *in natura* e desidratado foram analisados quanto aos parâmetros pH, acidez total titulável (ATT), umidade e sólidos solúveis totais (SST). O fruto *in natura* apresentou valores de pH, ATT, umidade e SST de 4,76, 2,61 g/100 g, 68,85% e 12,33 °Brix, respectivamente, enquanto o murici passa, os valores encontrados foram de 6,23, 4,01 g/100 g, 21,24% e 33,66 °Brix, respectivamente. Os resultados demonstraram discrepância quando comparados aos reportados na literatura. Essas diferenças podem ser atribuídas às características do fruto, aos fatores endofoclimáticos e a metodologia analítica.

Palavras-chave: *Byrsonima crassifolia*; Cerrado; desidratação; murici passa

INTRODUÇÃO

Os frutos provenientes do Cerrado são conhecidos como fonte de compostos de alto interesse tecnológico e possuem aplicações diversas, desde o ramo alimentício até o farmacêutico (1). O Cerrado, conhecido como o segundo maior bioma do Brasil,

apresenta uma diversificação de frutos ricos em nutrientes, dentre esses, se destaca o murici (*Byrsonima crassifolia*) (2).

O murici é uma drupa que apresenta coloração amarela, com formato levemente achatado e esférico, e dispõe de um diâmetro aproximado de 1,5 a 2,0 cm. É um fruto energético, rico em lipídios, fibras alimentares, cálcio e componentes antioxidantes, como os fenólicos e os carotenoides (3). Uma maneira de aproveitar esses frutos do Cerrado é por meio do processo de desidratação, que consiste em remover a umidade do alimento a fim de conservar o mesmo, reduzindo o seu peso e o volume, aumentando a sua vida útil, além de agregar valor ao alimento. É um processo antigo que envolve a transferência de calor e massa, simultaneamente, no qual o aumento da temperatura reduz o teor de água, devido à pressão parcial de vapor no material (4).

Diante do exposto, objetivou-se analisar as características físico-químicas do fruto murici in natura e desidratado.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos do murici foram adquiridos na região de Morrinhos, Goiás e, em seguida, transportados para o laboratório de Análise de Alimentos do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos.

Os frutos foram selecionados, lavados com água corrente e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio 100 µL/L por 15 minutos. Em seguida, foram desidratados em secador a 60 °C por 20 horas. Após esse processo, o fruto desidratado (denominado de murici passa) e o in natura foram submetidos às análises físico-químicas de umidade, pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (5). Os dados obtidos foram tabelados e analisados, estatisticamente, pelo Teste *t*, no Excel .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constata-se na Tabela 1, os resultados da composição físico-química do murici in natura e do murici passa. Verifica-se que o valor de pH do murici in natura está próximo ao encontrado por demais autores (1), que foi de 4,74. Já o valor do de pH do Murici-passa diferenciou do estudo (6), no qual encontraram valor inferior para o murici *in natura*, sendo ele de 3,40. Essa divergência pode ser devido a diferentes metodologias de pré-tratamento aplicadas nos trabalhos ou devido à degradação dos ácidos orgânicos, que ocasiona uma redução na acidez do produto (7). Autores afirmam que os frutos mais ácidos e menos doces são usados na fabricação de diversos produtos, devido ao seu sabor diferenciado e por diminuir os custos de fabricação devido a não necessidade de adição de acidulantes (8).

Tabela 1 – Composição físico-química do murici in natura e do murici passa.

Análises	murici in natura	murici passa
pH	4,76 ± 0,00*	6,23 ± 0,01**
Acidez Total Titulável (g/100 g)	2,61 ± 0,17*	4,01 ± 1,15 **
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	12,33 ± 0,57*	33,66 ± 0,05**
Umidade (%)	68,85 ± 0,08**	21,24 ± 0,07*

Fonte: Os autores

*Valores constituem média ± desvio padrão. * Asterisco diferentes diferem na mesma linha.

O teor de SST é, significativamente, maior nos frutos desidratados devido à eliminação de água e, conseqüentemente, a concentração do produto. O aumento de SST do alimento está diretamente relacionado com a temperatura e com o tempo de secagem (9). Outros autores também verificaram o maior teor de SST em frutos desidratados (6). O aumento dos SST dos frutos desidratados é desejável do ponto de vista comercial, favorecendo a sua comercialização, pois diminui a acidez e o torna mais palatável (10).

A acidez total titulável (ATT) dos muricis *in natura* foi de 2,61 g/100 g, valor esse, próximo ao citado em demais trabalhos (11), que reportaram um valor de 2,44 g/100 g para murici da Região de Alagoas. Estudos sobre o teor de ATT em frutos de murici desidratados ainda são escassos na literatura.

O teor de umidade dos frutos *in natura* foi de 68,85%, sendo esse valor inferior ao encontrado por outros autores (12). A umidade reduziu, expressivamente, no murici passa, devido à desidratação, que promove a remoção da água na forma de vapor, através da transferência de calor (13). O valor obtido está dentro dos padrões exigidos pela legislação, Resolução Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA) nº. 12 de 1978 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que caracteriza os frutos secos como produtos com umidade inferior a 25%, sendo esse um fator de barreira para o desenvolvimento de micro-organismos deteriorantes e patogênicos (14).

As variações dos resultados encontrados podem ser atribuídas ao grau de maturação dos frutos, aos fatores endofoclimáticos e as metodologias analíticas (15,16). Além disso, os frutos de murici são espécies não domesticadas, o que pode resultar em variações frequentes em sua composição química e de nutrientes (1).

CONCLUSÕES

Conclui-se que o murici passa é um alimento com diversas vantagens, uma vez que apresentou teor elevado de sólidos solúveis totais, baixa acidez e umidade, prologando a sua vida útil, pois retarda o desenvolvimento microbiano. Foi possível verificar divergências entre os valores encontrados neste trabalho com os valores reportados na literatura, pois as propriedades físicas e químicas dos frutos podem variar de acordo com o estágio de maturação, do clima e do solo. Assim, o estudo do murici é de extrema importância socioeconômica e cultural, trazendo mais diversidade para o mercado e, ainda, contribuindo para a maior visibilidade dos frutos do bioma Cerrado.

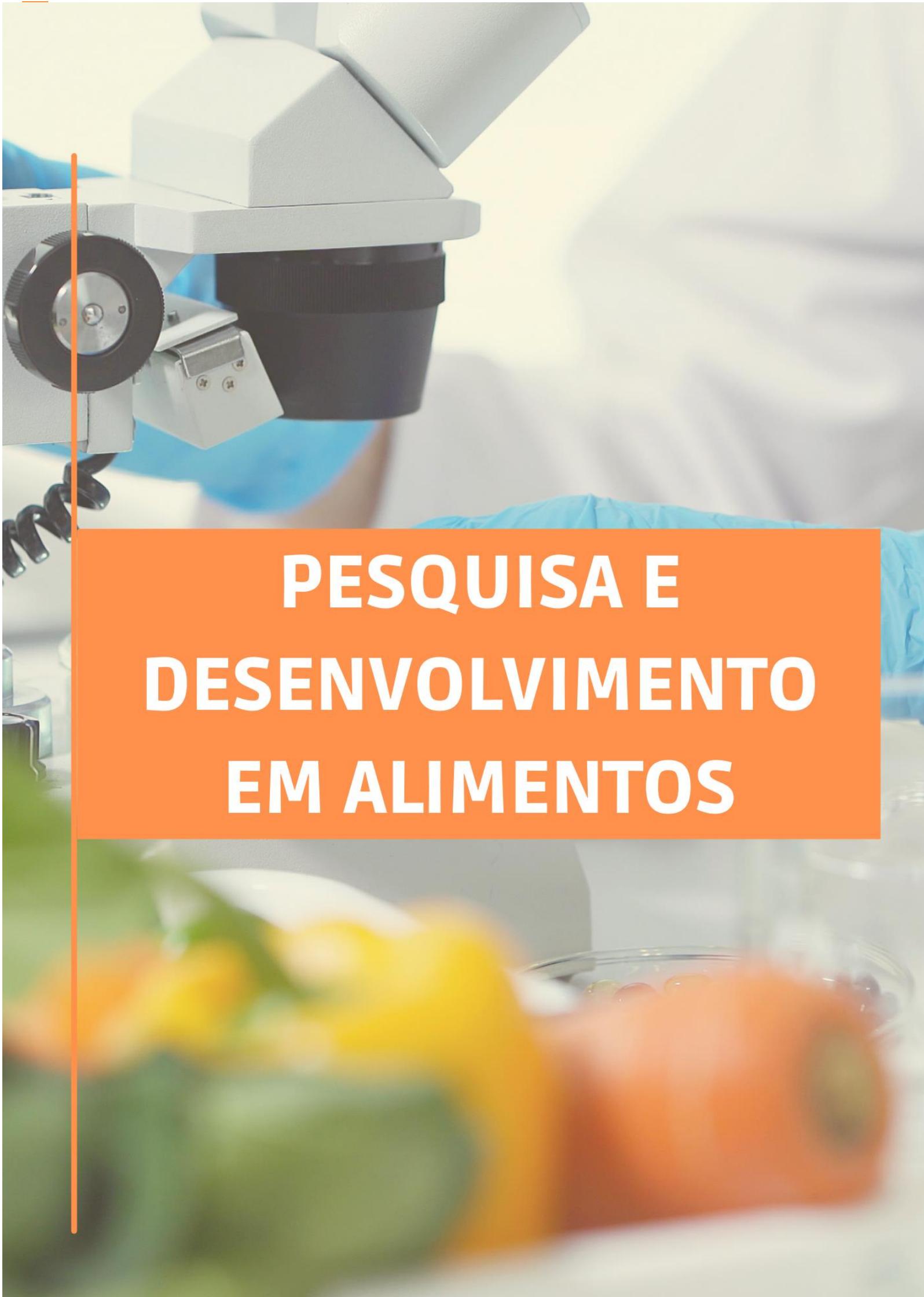
AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos pela parceria e disponibilização de seus laboratórios para a realização das análises dos frutos.

REFERÊNCIAS

1. Morzelle MC, Bachiega P, Souza EC, Boas EVBV, Lamounier ML. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici provenientes do cerrado brasileiro. *Revista Brasileira Frutic.* 2015; 37(1): 96-103.
2. SILVA, D X. Investigação de compostos bioativos e atividade antioxidante em frutos do cerrado tocantinense. *Revista Cereus.* 2020; 12(1): 64-76.
3. Reis AF, Schmiele M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na

- indústria de alimentos. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2019; 22.
4. Freitas LVD. Estudo sobre a desidratação de microalgas em secador rotatório. [Monografia]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2017.
 5. IAL – Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo; 2008.
 6. Guimarães MM, Silva MS. Valor nutricional e características químicas e físicas de frutos de murici-passa (*Byrsonima verbascifolia*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2008; 28(4): 817-821.
 7. Cunha MC. Impacto do processamento, embalagem e tempo de armazenamento sobre a qualidade da geleia de murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich). [Dissertação]. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2016.
 8. VILLACHICA, H. Frutales y hortalizas promisorios de la amazonia. Lima TCA. 1996; 50-55.
 9. Rocha CS, Neto, MJP, Campos EGP, Neves PVLS, Moraes MRC, De Souza JS. Influência da temperatura de secagem sobre o grau brix em albúmen de coco (*Cocos nucifera* L.). In: Congresso brasileiro de química (58°). 2018; 2018.
 10. Menezes JB, Junior JG, Neto SEA, Simões NA. Armazenamento de dois genótipos de melão amarelo sob condições ambiente. *Horticultura Brasileira*. 2001; 19(1): 42-49.
 11. Santos EF, Oliveira JDS, Silva IC, Gallo CM, Lemos EEP, Rezende LP. *Alagoas. Ciência agrícola*. 2018; 16(3): 11-20.
 12. Silva MR, Lacerda DBCL, Santos GG, Martins DMO. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. *Ciência rural*. 2008; 38 (6): 1790-1793.
 13. Bezerra TS. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. [Monografia]. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.
 14. Ministério da Saúde (Brasil). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA n. 12, de 1978: Normas Técnicas Especiais. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/legislacaoalimentos_000fgqfs0fv02wyiv8020uvkpsom46kk.htm>. Acesso em: 28 de julho de 2021.
 15. Potter NN. *La ciencia de los alimentos*. México, Edutex; 1973.
 16. Hamacek FR. Caracterização física, química e valor nutricional de espécies frutíferas do cerrado de Minas Gerais. [Dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012.



**PESQUISA E
DESENVOLVIMENTO
EM ALIMENTOS**

<https://doi.org/10.53934/9786599539657-61>

Capítulo 61

HIDROMEL: UMA REVISÃO SOBRE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DESTA BEBIDA MILENAR

Larissa Simao¹; Bruna R. S. M. Wanderley¹; Michelly Pontes Tavares Vieira¹; Isabel Cristina da Silva Haas¹; Renata Dias de Mello Castanho Amboni² Carlise Beddin Fritzen-Freire²;

¹Estudante do Depto de Ciências dos Alimentos – CAL/PPGCAL – UFSC; E-mail: larissm776@gmail.com, ²Docente/pesquisador do Depto de Ciências dos Alimentos – CAL – UFSC. E-mail: carlise.freire@ufsc.br

Resumo: O hidromel é uma bebida milenar que tem passado por um renascimento nos últimos anos. As características químicas do hidromel estão intimamente relacionadas com a composição das matérias-primas empregadas na elaboração da bebida. A avaliação da composição química dos hidroméis pode ser realizada a partir do acompanhamento de diferentes parâmetros, principalmente o teor de açúcar, etanol, glicerol, bem como os valores de hidroximetilfurfural (HMF) e da acidez, especialmente em relação à composição de ácidos orgânicos. O perfil de açúcares presentes no hidromel está relacionado a sua composição de carboidratos, com destaque para os monossacarídeos glicose e frutose, importantes para o processo fermentativo, sendo convertidos em etanol. Durante a fermentação também ocorre a formação de glicerol, que influencia as propriedades sensoriais da bebida. O hidroximetilfurfural é um composto furânico, com formação favorecida durante o tratamento térmico do mel, sendo um composto indicativo de qualidade desta matéria-prima, mas pouco investigado em hidroméis. Os ácidos orgânicos também são compostos que influenciam na fermentação, estabilidade microbiológica e propriedades sensoriais do hidromel, com destaque para o ácido glucônico, proveniente do mel, e o ácido succínico, um subproduto da fermentação alcoólica. Desse modo, este trabalho de revisão buscou, de forma inovadora, coletar informações sobre o hidromel, com enfoque em algumas características químicas do produto.

Palavras-chave: ácidos orgânicos; açúcares; etanol; hidromel; hidroximetilfurfural

INTRODUÇÃO

O hidromel é uma bebida alcoólica proveniente da fermentação do mel diluído em água (1,2). No entanto, é comum a adição de outros ingredientes como ervas, especiarias e/ou frutas, com o objetivo de promover características químicas e sensoriais diferenciadas à bebida (3). Apesar de ser uma bebida conhecida desde a antiguidade, ainda é produzida em pequena escala, na maior parte das vezes de forma empírica (4).

A composição química do hidromel pode ser influenciada por distintos fatores, como a origem do mel, as cepas de leveduras empregadas, os aditivos e demais ingredientes incorporados ao mosto, além das etapas de elaboração do produto (1,5). A

avaliação da composição química dos hidroméis pode ser realizada a partir do acompanhamento de diferentes parâmetros, principalmente o teor de açúcar, etanol, glicerol, bem como os valores de hidroximetilfurfural (HMF) e da acidez, especialmente em relação à composição de ácidos orgânicos.

Entre os principais açúcares encontrados no hidromel, destacam-se os monossacarídeos glicose e frutose que influenciam diretamente a taxa de fermentação da bebida e consequentemente o teor alcoólico do hidromel (1,6). Sendo as leveduras do gênero *Saccharomyces* as principais responsáveis pela conversão de glicose em etanol, durante o processo fermentativo (7). Além do etanol, ao longo da fermentação do hidromel pode ser formado o glicerol, composto que influencia diretamente as características sensoriais da bebida (8,9).

O HMF é um composto furânico resultante da reação de Maillard ou da desidratação das hexoses em meio ácido (10), sendo empregado para avaliar a qualidade do mel, com limites máximos definidos por legislações específicas para essa matéria-prima (11,10,12,13). Segundo o Codex Alimentarius (14), o teor de HMF do mel após o processamento e/ou mistura não deve ser superior a 40 mg/kg. No caso de méis originários de países ou regiões com temperaturas tropical o teor não deve ser superior a 80 mg/kg. Já a Instrução Normativa n. 11 de 2000, admite o teor máximo de 60 mg/kg de hidroximetilfurfural no mel (15). Porém, sua toxicidade no hidromel é discutível, e não existem regulamentações vigentes que estabeleçam limites deste composto na bebida (14).

Por sua vez, os ácidos orgânicos desempenham um papel expressivo na produção de hidromel, influenciando a taxa de fermentação e estabilidade microbiológica, bem como as propriedades sensoriais do produto final (9,16,18). Estes compostos podem ser provenientes dos diferentes ingredientes utilizados para a elaboração do hidromel, mas alguns ácidos podem ser produzidos durante o processo fermentativo, através da ação das leveduras e estão relacionados à acidez da bebida (17,18,19).

Assim, esta revisão narrativa buscou contribuir com o conhecimento na área de bebidas fermentadas, realizando uma compilação de dados publicados recentemente na literatura sobre alguns aspectos da composição química do hidromel.

AÇÚCARES, ETANOL E GLICEROL

O perfil de açúcares no hidromel está relacionado principalmente ao tipo e à concentração de carboidratos do mosto, além da espécie de levedura utilizada na fermentação (9,17). O processo fermentativo promove a diminuição significativa do teor de açúcares do mosto, através da ação das leveduras, que metabolizam principalmente a glicose e a frutose (7,8,9). Švecová, Bordovská, Kalvachová, Hájek (20) relatam que o teor de frutose é comumente superior ao teor de glicose em hidroméis devido ao consumo maior de glicose no processo de fermentação.

Czabaj, Kawa-Rygielska, Kucharska, Kliks (7) observaram que a redução do teor de açúcares ao longo da fermentação do hidromel foi fortemente dependente da cepa de levedura empregada, com uma maior redução de frutose (cerca de 50%) quando utilizada a levedura *S. bayanus* (Safspirit Fruit), enquanto a levedura *S. cerevisiae* (Safspirit Malt) foi responsável pela maior diminuição do teor de glicose, aproximadamente 80% ao final do processo. Adamenko, Kawa-Rygielska, Kucharska, Piórecki (8) também reportaram que a *S. bayanus* (Safspirit Fruit) foi responsável pelo maior consumo de frutose (>20%)

em relação a *S. cerevisiae* (Safspirit Malt) durante a fermentação de hidromel. Da mesma forma, Kawa-Rygielska, Adamenko, Kucharska, Szatkowska (9) observaram um diferente perfil de carboidratos durante o processo de fermentação dos hidroméis avaliados. Segundo estes autores, a maior quantidade (~77%) de glicose foi consumida na amostra de hidromel adicionada de sementes de uva em pó, enquanto a menor quantidade de glicose (~60%) foi consumida pelas leveduras na amostra controle (sem adição de semente de uva). Já o consumo de frutose pelas leveduras foi semelhante entre as amostras com e sem adição de sementes de uva, em média 45%.

O etanol é o principal produto da fermentação (8), sendo um metabólito produzido principalmente durante a fase exponencial do crescimento das leveduras (9). A sua produção é dependente da concentração inicial de açúcar do mosto, tempo e temperatura de fermentação, além da cepa de levedura empregada (10). No entanto, dependendo da sua concentração na bebida, este composto pode promover o estresse microbiano e inibir o metabolismo da levedura e a continuidade do processo fermentativo (21). De acordo com a legislação brasileira (22), o hidromel pode apresentar entre 4 e 14% de graduação alcoólica, possibilitando a obtenção de bebidas com características bem distintas em relação aos parâmetros físico-químicos e sensoriais. Em uma pesquisa conduzida por Lopes, Costa, Andrade, Lima, Santiago, Cardoso (23), foi verificado que o teor alcoólico do hidromel variou de 9,7 a 9,9 %, com o emprego das leveduras *S. cerevisiae* e com a combinação de *S. cerevisiae* e *Meyerozyma caribbica*, respectivamente. Por outro lado, Cavanholi, Wanderley, Santetti, Amboni, Fritzen-Freire (24) observaram um maior teor alcoólico (11,05%) em hidromel elaborado com erva-mate em pó, com extração à quente, em comparação à amostra controle (sem erva-mate, 10,10%) e com erva-mate submetida à extração à frio (10,05%). Estes autores sugerem que esta diferença no teor alcoólico das bebidas ocorreu devido ao maior teor de açúcares iniciais no mosto com erva-mate submetida a extração à quente da erva-mate, favorecendo uma maior produção de etanol pelas leveduras.

Durante o processo fermentativo ocorre também a produção de um importante composto, que afeta as características sensoriais do hidromel, o glicerol, que influencia na percepção da doçura e na suavidade da bebida (8,9,25). Kawa-Rygielska, Adamenko, Kucharska, Szatkowska (9) observaram após o término da fermentação dos hidroméis uma concentração média de 9,3 g/L de glicerol, e após três meses de maturação, o aumento médio da quantidade de glicerol em 1,6 g/L.

HIDROXIMETILFURFURAL (HMF)

O hidroximetilfurfural é um composto furânico resultante da reação de Maillard ou da desidratação das hexoses em meio ácido. A formação desse composto é favorecida durante o tratamento térmico do mel, mas também pode ocorrer em baixas temperaturas durante longos períodos de armazenamento (11,10). Além da temperatura, fatores como o tipo de açúcar, o pH e a atividade de água do meio podem influenciar a formação de hidroximetilfurfural, sendo utilizado como um indicador de qualidade do mel. Com isso, resultados que indicam níveis elevados podem estar relacionados com a ocorrência de armazenamento inadequado ou prolongado, superaquecimento ou adição de açúcar invertido (26,27). No entanto, sua toxicidade é discutível, podendo este composto apresentar efeitos negativos como positivos a saúde humana (28). O Codex Alimentarius estabeleceu o limite máximo para HMF no mel em 40 mg/kg, com um limite superior de

80 mg/kg para méis originários de regiões tropicais (14), mas nenhum regulamento para este composto no hidromel foi estabelecido até o momento.

No hidromel, outros fatores podem interferir na formação do HMF incluindo o processo de fermentação, tipo e qualidade do mel usado, cepa de levedura e condições de armazenamento (10,12,13). Segundo Švecová, Bordovská, Kalvachová, Hájek (20), as concentrações de HMF em hidromel relatadas em amostras de hidromel tcheco apresentaram valores entre 27 mg/L e 209 mg/L. Enquanto para Bednarek, Szwengiel (13), as concentrações de HMF entre 27,4 a 197,0 mg/L foram observadas em amostras de hidromel não processadas e processadas termicamente, apontando o HMF como um mal indicador do processamento térmico do mosto de mel, pois muitas amostras tratadas termicamente apresentavam concentrações muito baixas deste composto. Vale destacar que as amostras analisadas eram comerciais e que detalhes dos tratamentos térmicos não foram revelados. Chen, Wu, Lo, Wu (29) relataram reduções nos níveis de HMF (21,1 mg/L para 2,5 mg/L) nos primeiros dois dias de fermentação, ao utilizar o mel longan e múltiplas inoculações para a produção do hidromel. Estes autores alegam que a razão desta redução pode ser atribuída a um mecanismo de defesa das células de levedura, através da redução de furfural e HMF às suas formas alcoólicas menos tóxicas usando as enzimas redutases NAD (P) dependentes, como a álcool desidrogenase ADH6. Enquanto Czabaj, Kawa-Rygielska, Kucharska, Kliks (7) relataram uma redução de quase 40% no teor de HMF em amostras fermentadas com a cepa *S. cerevisiae* - Safspirit Malt e aproximadamente 75% de redução com a cepa *S. bayanus* - Safspirit Fruit ao final da fermentação, em comparação ao teor inicial (antes da fermentação). Segundo estes autores as leveduras são capazes de metabolizar o HMF e reduzir sua concentração a níveis toxicologicamente menos expressivos.

ÁCIDOS ORGÂNICOS

Os ácidos orgânicos desempenham um papel importante na fabricação de hidromel, esses compostos influenciam a taxa de fermentação, estabilidade microbiológica, bem como as propriedades sensoriais do produto final (9,18,16). Há vários ácidos orgânicos presentes nos hidroméis, com destaque para o ácido glucônico, proveniente do mel de abelha e o ácido succínico, um subproduto da fermentação alcoólica, além dos ácidos cítrico e tartárico, geralmente provenientes de sucos de frutas incorporados ao mosto e que auxiliam no teor ideal de acidez da bebida (16). Alguns ácidos orgânicos são produzidos pelas leveduras durante a fermentação, sendo o ácido acético formado em maior quantidade e o ácido láctico em menor quantidade (17,19). Nos primeiros dias de fermentação os principais ácidos a se formarem são os ácidos acético e succínico, responsáveis pelo aumento da acidez titulável do hidromel e redução do pH do mosto (18).

Estudos têm avaliado a formação de ácidos orgânicos no decorrer/após a fermentação do hidromel, em função dos diferentes ingredientes utilizados na elaboração da bebida. Alguns ácidos orgânicos (acético, succínico e málico) foram analisados em hidroméis fermentados com *Cannabis sativa L.* (hemp.), sendo constatada a presença do ácido acético nos hidroméis fermentados com folhas e infusão de *Cannabis sativa L.*, nos teores de 0,0157 g/L e 0,10457 g/L, respectivamente (3). Adamenko, Kawa-Rygielska, Kucharska, Piórecki (8) utilizaram a levedura *Saccharomyces cerevisiae* Safspirit Malt na produção de hidromel, e o ácido acético não foi identificado nas amostras de hidromel

contendo sucos de frutas de cereja-cornélica. Já Kawa-Rygielska, Adamenko, Kucharska, Szatkowska (9), observaram que após finalizada a fermentação, a concentração de ácido acético em hidroméis adicionados de xarope de arônia, dente de leão e sementes de uva em pó foi igual a 1,07 g/L, 1,46 g/L e 1,15 g/L, respectivamente. Estes autores também relatam que o aumento da concentração de ácido acético na bebida pode estar associado com a resposta da célula da levedura à alta pressão osmótica do meio e que o excesso de síntese deste ácido é um fenômeno não desejado.

CONCLUSÕES

O processo de elaboração do hidromel demanda cuidados em relação à diferentes fatores que influenciam diretamente as características químicas da bebida. Assim, verifica-se a necessidade de uma maior disseminação do conhecimento técnico-científico para a produção dessa bebida em larga escala, investigando outros aspectos, relacionados às propriedades bioativas e sensoriais do hidromel. Desta forma, essa revisão serve de motivação para novas investigações relacionadas ao hidromel, com o intuito de elaborar produtos inovadores e com características bem definidas.

REFERÊNCIAS

1. Araújo, G S, Gutiérrez M P, Sampaio KF, de Souza S M A, Rodrigues R C L B, Martínez E A. Mead Production by *Saccharomyces cerevisiae* Safbrev T-58 and *Saccharomyces bayanus* (Premier Blanc and Premier Cuvée): Effect of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) Extract Concentration. *Biochemistry and Biotechnology*, 2020;191:212–225.
2. Sottit C, Salor-Torregrosa J M, Moreno-Garcia J, Peinado J, Mauricio C J, Moreno J, et al. Using *Torulaspora delbrueckii*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces bayanus* wine yeasts as starter cultures for fermentation and quality improvement of mead. *European Food Research and Technology*, 2019;245:2705-2714.
3. Romano R, Aiello A, Luca De L, Sica R, Caprio E, Pizzolongo F, et al. Characterization of a new type of mead fermented with *Cannabis sativa* L. (hemp.). *Journal of Food Science*, 2021;86:874-880.
4. Pereira A P, Oliveira J M, Mendes-Ferreira A, Estevinho L M, Mendes-Faia A. Mead and other fermented beverages. *Food and Beverages Industry*, 2017:407-434.
5. Gaglio R, Alfonzo A, Francesca N, Corona O, Gerlando Di G, Columba P, et al. Production of the Sicilian distillate “*Spiritu re fascitrari*” from honey by-products: An interesting source of yeast diversity. *International Journal of Food Microbiology*, 2017;261:62–72.

6. Fey G G, Junior C R M, Mileski J P F, Lucchetta L, Morés S, da Rocha E C, et al. Characterization and volatile compounds of fresh and aged mead in different types of wood. *Brazilian Journal of Development*, 2020;6:25812-25826.
7. Czabaj S, Kawa-Rygielska J, Kucharska A Z, Kliks J. Effects of mead wort heat treatment on the mead fermentation process and antioxidant activity. *Molecules*, 2017;22:803.
8. Adamenko K, Kawa-Rygielska J, Kucharska A Z, Piórecki N. Characteristics of biologically active compounds in Cornelian cherry meads. *Molecules*, 2018;23:1-13.
9. Kawa-Rygielska J, Adamenko K, Kucharska A Z, Szatkowska K. Fruit and herbal meads – Chemical composition and antioxidant properties. *Food Chemistry*, 2019;283:19-27.
10. Kahoun D, Rezkova S, Kralovsky, J. Effect of heat treatment and storage conditions on mead composition. *Food Chemistry*, 2017;219:357–363.
11. Kempka A P, Mantovani G Z. Produção de hidromel utilizando méis de diferentes qualidades. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 2013;15:273-281.
12. Tosi E, Ciappini M, Ré E, Lucero H. Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. *Food Chemistry*, 2002;77:71–74.
13. Bednarek M, Szwengiel A. Distinguishing between saturated and unsaturated meads based on their chemical characteristics. *LWT - Food Science and Technology*, 2020;133:109962.
14. Codex Alimentarius, Codex Standard for Honey (Codex Stan 12-1981 (Rev.2-2001)), 2019.
15. Ministério da Agricultura (BR). Instrução Normativa n.11 de 20 de outubro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade do mel. Brasília, DF, 20 de outubro de 2000.
16. Dobrowolska-Iwanek J. Simple Method for Determination of Short-Chain Organic Acid in Mead. *Food Analysis Methods*, 2015.
17. Akalin H, Bayram, M, Anli, R E. Determination of some individual phenolic compounds and antioxidant capacity of mead produced from different types of honey. *Journal of the Institute of Brewing*, 2017;123:167–174.
18. Sroka P, Tuszynski T. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. *Food Chemistry*, 2007;104:1250–1257.

19. Hernández C Y, Serratoa J C, Quicazan M C. Evaluation of physicochemical and sensory aspects of mead, produced by different nitrogen sources and commercial yeast. *Chemical Engineering Transactions*, 2015;43:1–6.
20. Švecová B, Bordovská M, Kalvachová D, Hájek T. Analysis of Czech meads: Sugar content, organic acids content and selected phenolic compounds content. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2015;38:80-88.
21. De La Torre-González F J, Narváez-Zapata J A, Taillandier P, Larralde-Corona C P. Mezcal as a novel source of mixed yeasts inocula for wine fermentation. *Processes*, 2020;8:1-15.
22. Brasil. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 34, de 9 de novembro de 2012. Complementa os padrões de identidade e qualidade para as bebidas fermentadas. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 9 nov. 2012.
23. Lopes A C A, Costa R, Andrade R P, Lima L M Z, Santiago W D, Cardoso M das G. Impact of *Saccharomyces cerevisiae* single inoculum and mixed inoculum with *Meyerozyma caribbica* on the quality of mead. *European Food Research and Technology*, 2020.
24. Cavanholi, M G, Wanderley B R da S M, Santetti G S, Amboni R D de M C, Fritzen-Freire C B. Influência da adição de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) em pó nas características físico-químicas e no potencial bioativo de hidroméis. *Research, Society and Development*, 2021;109.
25. Gomes T D, Teresa D, Vasco C, Verdial A J, Sá M J, Elsa R, et al. Influence of sweetness and ethanol content on mead acceptability. *Polish. Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2015;65:137–142.
26. Biluca F C, Betta F D, Oliveira G P de, Pereira L M, Gonzaga L V, Costa A C O, et al. 5-HMF and carbohydrates content in stingless bee honey by CE before and after thermal treatment. *Food Chemistry*, 2014;159:244-249.
27. Can Z, Yildiz O, Sahin H, Turumtay E A, Silici S, Kolayli S. An investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, 2015;180:133-141.
28. Shapla U M, Soleyman M, Alam N, Khalil M I, S H Gan. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: Effects on bees and human health. *Chemistry Central Journal*, 2018;12.
29. Chen C-H, Wu Y L, Lo D, Wu M-C. Physicochemical property changes during the fermentation of longan (*Dimocarpus longan*) mead and its aroma composition using multiple yeast inoculations. *Journal of the Institute of Brewing*, 2013;119:303-308.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-62>

Capítulo 62

ENCAPSULAÇÃO DE CORANTES NATURAIS POR EMULSIFICAÇÃO

Pâmela Vitória Cezar Costa¹; Cassia Kis Miguel da Costa²; Jéssica Souza Ribeiro³

¹Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos na Educação do Campo do Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CETENS – UFRB); E-mail: pcostta18@gmail.com, ²Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos na Educação do Campo do Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CETENS – UFRB); E-mail: cassiamcosta321@gmail.com, ³Docente do Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (CETENS – UFRB); E-mail: jessica.ribeiro@ufrb.edu.br.

Resumo: As emulsões são sistemas heterogêneos termodinamicamente instáveis, compostos por dois líquidos imiscíveis, que constituem uma fase contínua e uma fase dispersa na forma de gotículas. Nos últimos anos, a emulsificação tem sido um método empregado para a encapsulação de compostos bioativos sensíveis, seja como técnica principal ou preliminar, combinada com liofilização, spray drying, gelatinização iônica, entre outras. Nesse trabalho, é discutida a utilização da emulsificação como técnica de encapsulação de corantes naturais, realizando uma revisão de literatura e destacando suas potencialidades e limitações. A emulsificação tem sido mais comumente estudada para a encapsulação de corantes hidrofóbicos, pertencentes à classe dos carotenoides, apresentando elevada eficiência de encapsulação e de retenção de corante, permitindo a sua solubilização em água e aumentando a sua estabilidade ao armazenamento. Entretanto, são escassos os estudos utilizando a emulsificação como método de encapsulação de corantes hidrofílicos, sendo uma área de estudos com grande potencial a ser explorada.

Palavras-chave: aditivos alimentares; biopolímeros; corantes naturais; emulsões

INTRODUÇÃO

Define-se emulsão um sistema heterogêneo que consiste em um líquido imiscível completamente difuso em outro. A primeira fase é denominada de dispersa ou interna, sendo composta por gotículas distribuídas na fase secundária, denominada como continua ou externa. Do ponto de vista termodinâmico as emulsões são consideradas instáveis e tendem a se separar com o tempo em uma fase óleo e outra fase aquosa. Para melhorar a sua estabilidade, são utilizados agentes interfaciais (emulsificantes), que podem ter sua ação maximizada pelo emprego de estabilizantes (1, 2).

O preparo de emulsões depende do emprego de agitação, de modo a produzir energia mecânica através da alta tensão de cisalhamento. Após a interação dos componentes e produção do sistema com a fase dispersa, a fase contínua e a interface, o tamanho das gotículas pode ser reduzido e uniformizado, melhorando a estabilidade e as características sensoriais das emulsões, por meio de métodos empregando homogeneizadores de alta pressão, microfluidizadores ou ultrassom (3, 4).

As emulsões são vastamente empregadas em produtos alimentícios e farmacêuticos, como maionese, manteiga, cremes, etc. Além disso, é crescente o estudo de técnicas que empreguem as emulsões como método de encapsulação de compostos sensíveis ao processamento e ao armazenamento, a exemplo dos corantes naturais (5, 6, 7).

A emulsificação de compostos para a sua encapsulação consiste na dispersão do material do núcleo em um solvente que contém o material de parede, seguida da emulsificação do material em óleo (A/O) ou água (O/A), juntamente com um emulsificante e estabilizante. As gotículas formadas possuem diâmetro entre 0,1 e 100 μm , e o solvente pode ser removido por evaporação sob agitação, pela secagem por atomização (spray drying) ou por liofilização, produzindo microcápsulas globulares (8, 9).

Devido à sensibilidade térmica da maioria dos corantes naturais, as técnicas de encapsulação realizadas a frio, como a emulsificação, mostram-se promissoras para a obtenção de produtos com alta qualidade e rendimento, com a possibilidade de utilização de corantes lipofílicos em matrizes aquosas ou de corantes hidrofílicos em matrizes gordurosas, por exemplo, além do uso de corantes sensíveis ao pH em alimentos que tenham características incompatíveis (9).

Diante disso, neste trabalho é apresentada uma revisão de literatura sobre a aplicação da emulsificação como técnica de encapsulação de corantes naturais, destacando suas potencialidades e limitações.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E TIPOS DE EMULSÕES

As emulsões podem ser classificadas de acordo com algumas características, com destaque para os componentes das fases dispersa e contínua (água em óleo ou óleo em água), quanto ao número de fases contínuas e dispersas (emulsões simples e complexas ou múltiplas) e quanto ao tamanho das gotículas dispersas (micro ou nanoemulsões).

A seguir, serão apresentadas as principais classificações utilizadas para emulsões.

1. Emulsões água em óleo (A/O) e óleo em água (O/A)

Uma emulsão pode ser classificada do tipo água em óleo (A/O) quando a fase interna é aquosa e a fase externa é oleosa, de modo que a fase polar encontra-se dispersa na fase apolar. Já na emulsão do tipo óleo em água (O/A), a fase apolar encontra-se dispersa na fase polar (2).

Tratando-se de alimentos, as fases que compõem as emulsões geralmente são compostas por diversas substâncias. A fase aquosa pode conter vários elementos hidrossolúveis, como açúcares, sais, ácidos, bases, proteínas e carboidratos. Já a fase oleosa geralmente contém uma mistura complexa de triglicerídeos, diglicerídeos, monoglicerídeos, ácidos graxos livres, esteróis e vitaminas lipossolúveis (10, 2).

2. Emulsões simples e complexas

As emulsões simples são identificadas por uma fase interna em que gotículas únicas são dispersas na fase contínua, como as emulsões A/O ou O/A. Já nas emulsões complexas ou múltiplas, podem ser observadas gotículas dispersas dentro de outras gotículas, sendo preparadas através da re-emulsificação de uma emulsão pré-existente, dando origem a sistemas A/O/A ou O/A/O (11, 12). Devido a essa estrutura, as emulsões múltiplas contêm um alto potencial para utilização em alimentos, visando a modulação de aromas e sabores indesejáveis assim como a encapsulação para a liberação controlada de aromas e sabores, corantes, antioxidantes, vitaminas, probióticos, entre outros.

3. Micro e nanoemulsões

As emulsões podem ser classificadas de acordo com o tamanho das gotículas da fase dispersa. De maneira geral, as emulsões comuns produzem fluidos opacos, característica resultante da maior difração da luz pelas gotículas da fase dispersa. Entretanto, quanto menor o tamanho dessas gotículas, mais translúcida a emulsão se torna. Ao se reduzir o tamanho dessas gotículas, podem ser produzidas micro ou nanoemulsões. Essas estruturas geralmente são produzidas por homogeneizadores de alta pressão e geradores de ultrassom (13).

Enquanto as emulsões têm gotículas de tamanho entre 1 e 10 μm , nas microemulsões, o tamanho das gotículas está inserido na escala dos micrômetros, variando entre 500 nm até 1 μm . Já nas nanoemulsões, o tamanho das gotículas varia entre 20 e 500 nm, e aquelas com gotículas menores que 200 nm tendem a ser translúcidas (13, 14).

BIOPOLÍMEROS E OUTROS COMPOSTOS NATURAIS UTILIZADOS COMO AGENTES EMULSIFICANTES

Além da fase dispersa, da fase contínua e do emulsificante, as emulsões geralmente necessitam que algum agente estabilizante e/ou com função espessante para mantê-las estáveis por tempos prolongados, o que é uma necessidade comum para os alimentos processados. Diante disso, na Tabela 1 são apresentados os principais emulsificantes naturais utilizados em produtos alimentícios, com destaque para os poliméricos e para os fosfolipídios, incluindo aqueles que ainda possuem efeito estabilizante.

Tabela 1 - Exemplos de alguns emulsificantes naturais utilizados em alimentos (2, 9).

Emulsificante	Tipo	Aplicações
Proteínas		
Caseína	Iônico, polimérico	Bebidas, sorvetes, sobremesas congeladas, suplementos esportivos, fórmulas infantis, molhos entre outros
Proteína do soro do leite	Iônico, polimérico	Bebidas, sorvetes, sobremesas congeladas, suplementos esportivos,

		produtos lácteos, molhos entre outros
Gelatina	Iônico, polimérico	Bebidas, sobremesas, sopas, sorvetes, molhos, emulsões lácticas entre outros
Albumina	Iônico, polimérico	Utilizada em diversas emulsões O/A, como em sobremesas, molhos, sopas, entre outros
Proteínas da gema do ovo (glicoproteínas)	Iônico, polimérico	Maionese, molhos de salada, entre outros
Proteína isolada de soja	Iônico, polimérico	Produtos cárneos, como salsichas e mortadelas
Lipídeos		
Lecitina	Iônico, fosfolipídios	Emulsões O/A, como em produtos lácteos, bebidas, bolos e sobremesas, ou A/O, como chocolates, margarina, entre outros
Polissacarídeos		
Amido modificado por ação do anidrido octenilsuccínico (OSA) – inclusão de grupos lipofílicos	Não iônico, polimérico	Pode atuar como emulsificante e estabilizante, na encapsulação de compostos, como vitaminas, aromas, corantes, entre outros
Celulose modificada – Carboximetilcelulose (CMC)	Iônico, polimérico	Pode atuar na emulsificação e, principalmente, na estabilização de emulsões lácteas e em diversos outros alimentos e bebidas
Goma arábica	Iônico, polimérico	Pode atuar como emulsificante e estabilizante, em sobremesas e molhos, encapsulação de compostos, como vitaminas, aromas, corantes, entre outros
Ágar	Iônico, polimérico	Pode atuar na emulsificação e na estabilização de emulsões em sobremesas congeladas, sorvetes e iogurtes
Alginatos	Iônico, polimérico	Podem atuar na emulsificação e, principalmente, na estabilização de emulsões em sobremesas congeladas, sorvetes e iogurtes

EMULSIFICAÇÃO PARA ENCAPSULAÇÃO DE CORANTES NATURAIS APLICADOS A ALIMENTOS

A emulsificação de compostos para a sua encapsulação consiste na dispersão do material do núcleo em um solvente que contém o material de parede, seguida da

emulsificação do material em óleo (A/O) ou água (O/A), juntamente com um estabilizante. O solvente pode ser removido por evaporação sob agitação, através da secagem por atomização (*spray drying*) ou por liofilização, produzindo microcápsulas globulares (6, 7).

Devido à sensibilidade térmica da maioria dos corantes naturais, as técnicas de encapsulação realizadas a frio mostram-se promissoras para a obtenção de produtos com alta qualidade e maior rendimento, quando comparadas a métodos que empregam altas temperaturas, como o *spray drying*. Quando são combinados métodos de emulsificação e extrusão com a liofilização, por exemplo, observa-se elevada eficiência de encapsulação e a possibilidade de utilização das microcápsulas em matrizes alimentares com as mais diversas características. A combinação de técnicas cria a possibilidade de utilização de corantes lipofílicos em matrizes aquosas ou de corantes hidrofílicos em matrizes gordurosas, por exemplo, além do uso de corantes sensíveis ao pH em alimentos que tenham características incompatíveis (9).

Para os corantes hidrofóbicos, como os carotenoides, a emulsificação é fundamental, seja como técnica principal de encapsulação ou como etapa preliminar à técnica principal, pois permite o melhor revestimento do corante pelo material de parede e possibilita a solubilização das microcápsulas em água (15, 16, 9).

Na Tabela 2, são apresentados corantes naturais encapsulados com o emprego da emulsificação, destacando suas principais características.

Tabela 2 - Corantes naturais encapsulados por emulsificação com biopolímeros.

Composto Encapsulado	Material de Parede	Técnica Utilizada	Principais Resultados	Referências
Astaxantina	Alginato de sódio, quitosana e cloreto de cálcio	Emulsificação e ultrassonicação seguidas de extrusão Agitação a 10.000 rpm por 15 min Ultrasonicação a 40 kHz de frequência a 130 W de potência	Eficiência de encapsulação superior a 90% Manutenção da atividade antioxidante superior a 50%	17
Astaxantina	Caseinato sódio	Emulsificação Agitação a 10.000 rpm por 5 minutos Homogeneização : 4 ciclos a 100 MPa	Estabilidade física e química superiores a 70% após 30 dias de armazenamento Biodisponibilidade de igual a 33%	18
Astaxantina	Lecitina modificada	Emulsificação	Estabilidade física e química próximas a 50%	18

		Agitação a 10.000 rpm por 5 minutos Homogeneização em 4 ciclos a 100 MPa	a após 30 dias de armazenamento Biodisponibilidade de igual a 6%
Betacaroteno / Luteína	Trealose, goma arábica, óleo de girassol, proteína do soro do leite isolada	Emulsificação (multicamada), coacervação e liofilização Agitação a 10.000 rpm por 30 s Homogeneização em 3 ciclos a 240 bar Agitação por 30 minutos Refrigeração: -20°C (overnight) e -80°C (3 h) Liofilização em pressão <0,1 mbar por 72 h	Retenção de 19 corante (betacaroteno): 50,7% após 70 dias a 25°C
Betacaroteno	Proteína do soro do leite isolada, óleo de milho, sal sódico de ácido algínico e cloreto de cálcio	Emulsificação e ultrassonicação seguidas de extrusão Ultrassom a 40 kHz por 2 min Rotação: 10.000 rpm por 2 min Microfluidização em 3 passagens a 12.000 psi Extrusão em Frequência de 800 Hz Eletrodo de 800 V Pressão de 450 mbar	A encapsulação reduziu consideravelmente a degradação do betacaroteno durante o armazenamento, mas comprometeu sua biodisponibilidade e
Betacaroteno	Óleo de canola, alginato de sódio e carbonato de cálcio	Emulsificação Rotação a 1.000 rpm por 6h	Estabilidade: 21 de meia-vida de 178-187 dias

Betacaroteno	Maltodextrina	Emulsificação, ultrassonicação e <i>spray drying</i> / liofilização	O betacaroteno se manteve mais estável durante a liofilização, havendo maiores perdas na secagem por <i>spray drying</i> . Os pós produzidos por liofilização apresentaram melhor dispersibilidade, menor tamanho das gotículas e melhor estabilidade da emulsão após reconstituição.	16
		Emulsificação por mistura em mixer seguida por 3 passagens em microfluidizador a 12.000 psi Temperatura de entrada/saída (<i>spray drying</i>): 100-120°C / 60°C Tempo (liofilização): 2 dias		
Carotenoides	Goma arábica	Emulsificação e <i>spray drying</i>	Quanto maior a temperatura utilizada, maior a retenção de corante nas microcápsulas	22
		Agitação e homogeneização a 30.000 kPa <i>Spray drying</i> Temperatura de entrada/saída: 160-200 ± 5°C / 110 ± 5°C		
Carotenoides	Proteína isolada de soja	Emulsificação e <i>spray drying</i>	Quanto maior a temperatura utilizada, maior a retenção de corante nas microcápsulas	22
		Agitação e homogeneização a 30.000 kPa <i>Spray drying</i> Temperatura de entrada/saída: 160-200 ± 5°C / 110 ± 5°C		
Carotenoides	Gelatina porcina (tipo A) e óleo de soja	Emulsificação e liofilização	Retenção de corante: 90% Produção de nanocápsulas com boa solubilidade em água	23
		Agitação a 17,000 rpm por 10 min Liofilização em -57°C e 43 µHg		

Curcumina	Zeína, caseinato de sódio e alginato de sódio	Emulsificação (multicamada), coacervação e liofilização Agitação a 750 rpm por 30 min seguida de liofilização	Eficiência da encapsulação: 76,06% Aumento na estabilidade fotoquímica Preservação da atividade antioxidante Boa solubilidade em água	24
Curcumina	Amilopectina de raiz de lótus (LRA) e quitosana	Emulsificação e Agitação	Eficiência de encapsulação: 90,3% Melhora na solubilidade em água	25
Licopeno	Óleo de soja, amido de arroz modificado (desramificação enzimática + amido-OSA) e ácido algínico e cloreto de cálcio	Emulsificação e extrusão (gelatinização iônica) Preparo da emulsão por mistura seguida de homogeneização a 40/4 MPa, em 3 ciclos Agitação com os demais materiais de parede por 2 h Gotejamento em solução de cloreto de cálcio sob agitação, mantendo solução por 1 h	Retenção de corante após 15 dias: 84,95% (a 4°C) e 79,90% (a 25°C) A encapsulação aumentou a estabilidade do licopeno durante o armazenamento, mas reduziu sua biodisponibilidade	26

Como pode-se observar, a emulsificação tem sido empregada, essencialmente, para a encapsulação de corantes hidrofóbicos (carotenoides), em sistemas O/A, visando permitir a sua solubilização em meios aquosos. A escassez de trabalhos com a emulsificação de corantes hidrofílicos em sistemas A/O para aplicação em meios gordurosos demonstra a necessidade de pesquisas com esses compostos, o que pode contribuir para a redução do uso de corantes artificiais, se configurando uma oportunidade de estudo.

Além disso, ao se utilizar a emulsificação seguida de outras técnicas, como a gelatinização iônica, deve-se observar as questões relacionadas à transferência de massa e entrega dos compostos de interesse. Como discutido por Jain et al. (26), a encapsulação de emulsões de licopeno em alginato aumentou a estabilidade ao do licopeno ao

armazenamento, mas reduziu a sua biodisponibilidade, efeito semelhante ao encontrado por Zhang et al. (20) ao encapsular betacaroteno por emulsificação seguida de gelatinização iônica/extrusão. Khalid et al. (18) também avaliaram a biodisponibilidade de astaxantina encapsulada por emulsificação, e encontraram uma biodisponibilidade de 33% quando utilizado caseinato de sódio como material de parede, e 6%, ao se utilizar lecitina modificada. Portanto, se o efeito tecnológico ou biológico do composto encapsulado depender de sua liberação, a técnica de emulsificação deve ser utilizada como método principal ou preliminar a outros métodos que permitam a utilização de materiais de parede solúveis em água e/ou suscetíveis às enzimas digestivas, como amido, maltodextrina, lecitina sem modificações e algumas proteínas.

CONCLUSÕES

A procura por aditivos naturais pelas indústrias de alimentos está em plena expansão, como resultado de uma maior preocupação dos consumidores com questões de saúde e sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, a emulsificação é uma técnica que pode contribuir para a preservação e liberação controlada de compostos naturais, incluindo os corantes. Apesar de ser um campo de estudo promissor, a pesquisa realizada evidenciou que os trabalhos se concentram na emulsificação de diversos carotenoides, que são compostos essencialmente hidrofóbicos, indicando que existe uma lacuna na área da emulsificação de corantes hidrofílicos.

De modo geral, a emulsificação pode ser utilizada como técnica principal ou como etapa preliminar de encapsulação. Em ambos os casos, ela foi capaz de aumentar a estabilidade dos compostos encapsulados, demonstrando a sua efetividade como método de encapsulação de corantes naturais. Entretanto, é fundamental escolher materiais de parede e técnicas adequadas para serem utilizadas em conjunto com a emulsificação, para não comprometer a biodisponibilidade de compostos bioativos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), pela bolsa de Iniciação Científica PIBIC-UFRB da aluna Pâmela Vitória Cezar Costa.

REFERÊNCIAS

1. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR. Química de Alimentos de Fennema. 5. ed. Porto Alegre: Artmed; 2018.
2. Araújo JMA. Química de alimentos: teoria e prática. 7. ed. Viçosa: Editora UFV; 2019.
3. Fellows PJ. Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e práticas. 2. ed. São Paulo: Artmed; 2006.
4. Date AA, Desai N, Dixit R, Nagarsenker M. Self-nanoemulsifying drug delivery systems: formulation insights, applications and advances. *Nanomedicine* 2010, 5:1595-616.
5. Azeredo HMC. Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. *Braz. J. Food Nutr.* 2005, 16:89-97.

6. Silva PT, Fries LLM, Menezes CR, Holkem AT, Schwan CL, Wigmann EF, et al. Microencapsulation: concepts, mechanisms, methods and some applications in food technology. *Cienc. Rural* 2014, 44:1304-11.
7. Castro-Rosas J, Ferreira-Grosso CR, Gómes-Aldapa CA, Rangel-Vargas E, Rodríguez-Marín ML, Guzmán-Ortiz FA, et al. Recent advances in microencapsulation of natural sources of antimicrobial compounds used in food - a review. *Food Res. Int.* 2017, 102:575–87.
8. Knolton EDA. Microscopic and Macroscopic Study of Dense Emulsion Rheology [Tese - PhD in Chemical Engineering]. Santa Barbara, University of California, 2006.
9. Ribeiro JS, Veloso CM. Microencapsulation of natural dyes with biopolymers for application in food: A review. *Food Hydrocoll.* 2021, 112:106374.
10. Nussinovitch A. Hydrocolloids applications: gum technology in the food and other industries. London: Blackie Academic and Professional, 1997.
11. Kovács A, Csóka I, Kónya M, Csányi E, Fehér A, Erős I. Structural analysis of w/o/w multiple emulsions by means of DSC. *Therm. Anal. Calorim.* 2005, 82:491–7.
12. Bouyer E, Mekhloufi G, Rosilio V, Grossiord J, Agnely F. Proteins, polysaccharides, and their complexes used as stabilizers for emulsions: alternatives to synthetic surfactants in the pharmaceutical field? *Int. J. Pharm.* 2012, 436:359-78.
13. Oliveira AG, Scarpa MV, Correa MA, Cera LFR, Formariz TP. Microemulsões: estrutura e aplicações como sistema de liberação de fármacos. *Quim. Nova* 2004, 27:131-8.
14. Damasceno BPG, Silva JÁ, Oliveira EE, Silveira WLL, Araújo IB, Oliveira AG, Egito EST. Microemulsão: um promissor carreador para moléculas insolúveis. *Rev. de Cienc. Farm. Basica e Apl.* 2011, 32:9-18.
15. Gouin S. Microencapsulation: Industrial appraisal of existing technologies and trends. *Trends Food Sci. Technol.* 2004, 15:330–47.
16. Chen J, Li F, Li Z, McClements DJ, Xiao H. Encapsulation of carotenoids in emulsion-based delivery systems: enhancement of β -carotene water-dispersibility and chemical stability. *Food Hydrocoll.* 2017, 69:49-55.
17. Taksima T, Limpawattana M, Klaypradit W. Astaxanthin encapsulated in beads using ultrasonic atomizer and application in yogurt as evaluated by consumer sensory profile. *LWT* 2015, 62:431-7.
18. Khalid N, Shu G, Holland BJ, Kobayashi I, Nakajima M, Barrow CJ. Formulation and characterization of O/W nanoemulsions encapsulating high concentration of astaxanthin. *Food Res. Int.* 2017, 102:364-71.
19. Lim AS, Griffin C, Roos YH. Stability and loss kinetics of lutein and β -carotene encapsulated in freeze-dried emulsions with layered interface and trehalose as glass former. *Food Res. Int.* 2014, 62:403-9.

20. Zhang Z, Zhang R, McClements DJ. Encapsulation of β -carotene in alginate-based hydrogel beads: Impact on physicochemical stability and bioaccessibility. *Food Hydrocoll.* 2016, 61:1-10.
21. Soukoulis C, Cambier S, Hoffmann L, Bohn T. Chemical stability and bioaccessibility of β -carotene encapsulated in sodium alginate o/w emulsions: Impact of Ca^{2+} mediated gelation. *Food Hydrocoll.* 2016, 57:301-10.
22. Rascón MP, Beristain CI, García HS, Salgado MA. Carotenoid retention and storage stability of spray-dried encapsulated paprika oleoresin using gum Arabic and soy protein isolate as wall materials. *LWT* 2011, 44:549–57.
23. Medeiros AKOC, Gomes CC, Amaral MLQA, Medeiros LDG, Medeiros I, Porto DL, et al. Nanoencapsulation improved water solubility and color stability of carotenoids extracted from Cantaloupe melon (*Cucumis melo* L.). *Food Chem.* 2019, 270:562-72.
24. Liu Q, Jing Y, Han C, Zhang H, Tian Y. Encapsulation of curcumin in zein/caseinate/sodium alginate nanoparticles with improved physicochemical and controlled release properties. *Food Hydrocoll.* 2019, 93:432-42.
25. Liu K, Huang R-L, Zha X-Q, Li Q-M, Pan L-H, Luo J-P. Encapsulation and sustained release of curcumin by a composite hydrogel of lotus root amylopectin and chitosan. *Carbohydr. Polym.* 2020, 232:115810.
26. Jain S, Winuprasith T, Suphantharika M. Encapsulation of lycopene in emulsions and hydrogel beads using dual modified rice starch: Characterization, stability analysis and release behaviour during in-vitro digestion. *Food Hydrocoll.* 2020, 104:105730.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-63>

Capítulo 63

PÃO DE COENTRO COM ADIÇÃO DE *SPIRULINA*: DESENVOLVIMENTO, AVALIAÇÃO FÍSICA E TECNOLÓGICA

Rosângela Maria Oliveira Marinho¹; Sheyla Maria Barreto Amaral²; Ana Paula Ferreira de Almeida³; Felipe Sousa da Silva⁴; Ysabele Yngrydh Valente Silva⁵; Marlene Nunes Damaceno⁶; Márcia Maria Leal de Medeiros⁷

¹Mestranda da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: rosangelaalimentos@gmail.com; ²Mestranda da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: sheylaamaral82@gmail.com; ³Mestranda da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: ana.paula.ferreira.almeida123@gmail.com; ⁴Mestrando da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: fesosi2005@gmail.com; ⁵Discente do Bacharelado em Nutrição – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: ysabelevalentin@gmail.com; ⁶Docente – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: marlene@ifce.edu.br; ⁷Docente – IFCE Baturité, E-mail: mlealmed@ifce.edu.br

Resumo: O pão é um dos derivados de cereais mais ingeridos na atualidade, com significativa relevância para a gastronomia moderna. As microalgas estão ganhando magnitude nos últimos tempos em decorrência de suas possibilidades de utilização no setor farmacêutico e como constituintes dos alimentos, pois possuem atributos anti-inflamatórios, antioxidantes e anticancerígenos. Dessa forma, este estudo objetivou desenvolver pães de coentro, adicionados da microalga *Spirulina* em pó, como substituta parcial da farinha de trigo em distintas concentrações e avaliar comparativamente suas características físicas e tecnológicas. Foram elaboradas três formulações: F1 (controle, sem adição de *Spirulina*); F2 (substituição de 3% de farinha de trigo por *Spirulina* em pó); e F3 (substituição de 5% de farinha de trigo por *Spirulina* em pó). Em seguida avaliou-se: perda pós cocção (%), volume específico (mL/g), densidade (g/mL) e índice de expansão. Os resultados foram analisados por meio da Análise de Variância seguido por teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Como resultados, observou-se que quanto maior a utilização da microalga, menor foi a perda pós cocção, sendo assim, os pães F3 apresentaram maior rendimento. Foram observadas diferenças significativas no volume específico e na densidade, entre o controle e as demais formulações. O uso da *Spirulina* conferiu maior volume aos pães durante o assamento. Tendo em vista os aspectos observados, o pão de coentro adicionado da microalga *Spirulina* em pó é uma alternativa viável em novas formulações de pão de forma, como substituição parcial da farinha de trigo, já que seus atributos físicos e tecnológicos demonstraram resultados positivos.

Palavras-chave: *Arthrospira platensis*; *Coriandrum sativum*; microalgas; panificação

INTRODUÇÃO

Os cereais são sementes que pertencem à família das gramíneas, e os seus subprodutos possuem consideráveis fontes energéticas, bom conteúdo proteico, e fibras. São amplamente acessíveis, por apresentarem baixo custo e serem bem aceitas pela população de territórios em todo o mundo desde épocas remotas (1).

Dados da Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados (ABIMAPI), evidenciaram que os produtos de cereais mobilizaram aproximadamente 40,5 bilhões de reais no ano de 2020, correspondendo a um aumento de 9% do obtido em 2019 (cerca de 37,1 bilhões), e que o setor de pães foi responsável por cerca de R\$ 9,2 bilhões, com um acréscimo de 11% quando comparado ao ano anterior (R\$ 8,3 bilhões), consequência da distribuição de 652 mil toneladas de mercadoria (2).

O pão é um dos derivados de cereais mais ingeridos na atualidade, com significativa relevância para a gastronomia moderna, sua procedência está associada com as civilizações agrícolas que utilizavam gêneros de plantas domesticáveis na Europa e sudoeste da Ásia (3). Cerca de 80% dos vários tipos de pães, obtidos por distintos processamentos (como por exemplo, o pão de forma branco, integral, ou de hambúrguer) que são consumidos pela população do Brasil (4).

A percepção de alimentos saudáveis pelos consumidores é cada dia mais evidente, pois buscam produtos que proporcionem benefícios para a sua saúde. Entre as características averiguadas na aquisição de um gênero alimentício de qualidade encontram-se: a categorização do produto, o dimensionamento e a cor das embalagens, atributos sensoriais, e principalmente os constituintes nutricionais (5).

Assim, os alimentos funcionais desempenham papel fundamental para atender esses critérios, pois apresentam componentes que exercem funções essenciais na saúde, auxiliando a prevenir comorbidades (6). Muitos estudos estão analisando a incorporação de componentes funcionais em produtos de panificação, com o intuito de melhorar o seu teor nutricional, podendo atender as exigências dos seus compradores. Dentre os constituintes funcionais usados estão: fibra, ervas, temperos naturais, leguminosas, cereais brotados e microalgas (7).

As microalgas estão ganhando magnitude nos últimos tempos em decorrência de suas possibilidades de utilização no setor farmacêutico e como constituintes dos alimentos, pois possuem atributos anti-inflamatórios, antioxidantes e anticancerígenos. Formam uma diversidade de componentes, como por exemplo, os carotenoides, clorofilas, vitaminas, minerais, ácidos graxos poli-insaturados, enzimas e fibras. Além disso, o emprego delas no enriquecimento dos alimentos colabora para a preservação do meio ambiente e dos bens da natureza, isso significa, proteção contra a deterioração do solo e escassez da água (8).

Uma das microalgas mais estudadas como ingrediente nos alimentos é a *Arthrospira platensis*, anteriormente denominada *Spirulina*, são microrganismos fotossintetizantes, procariontes, com forma multicelular que contém filamentos, com aptidão para se desenvolverem em ecossistemas severos. A *Spirulina* possui importante conteúdo nutricional e de bioativos, como proteínas (50-70%), carboidratos, vitaminas A, C e E,

minerais (como ferro, cálcio e magnésio), ácidos graxos, e pigmentos como *clorofila*, *fitocianina*, *carotenos* e *xantofilas* (9).

No Brasil, a *Spirulina* é considerada como ingrediente, e de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária sua ingestão em pó, que pode ser consumida diariamente com segurança na quantidade de 1,6 g/indivíduo (10).

Em um estudo para avaliar a adição da *Spirulina platensis* como substituta parcial da farinha de arroz em pão sem glúten, evidenciou-se que essa incorporação possibilitou um aumento no valor nutricional dos pães, a partir da elevação do teor de proteínas e aminoácidos essenciais, e na análise sensorial não foi observada diferença significativa no que diz respeito a aceitação entre os pães com 3% e 5% de *Spirulina* na formulação, concluindo que a mesma pode ser usada para enriquecimento de pães sem glúten de farinha de arroz (11).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver pães de coentro, adicionados da microalga *Spirulina* em pó, como substituta parcial da farinha de trigo, em distintas concentrações, bem como, avaliar as características físicas e tecnológicas do produto, comparando as diferentes formulações.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do estudo

O estudo refere-se a uma pesquisa de natureza experimental, do tipo quantitativa (12). A elaboração dos pães e as análises foram realizadas no Laboratório de Gastronomia de uma empresa privada, localizada na cidade de Fortaleza-CE, em junho de 2021.

Formulação e elaboração dos pães de coentro

Os ingredientes utilizados na formulação dos pães de forma, foram adquiridos em supermercados varejistas da cidade de Fortaleza-CE. Foram elaboradas três formulações: F1 (controle, sem adição de *Spirulina*); F2 (substituição de 3% de farinha de trigo por *Spirulina* em pó); e F3 (substituição de 5% de farinha de trigo por *Spirulina* em pó). Na Tabela 1 estão expressos os percentuais dos ingredientes utilizados.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes utilizados na elaboração das formulações dos pães de coentro.

Ingredientes	Formulações (%)		
	F1	F2	F3
Farinha de trigo	100	97	95
<i>Spirulina</i> em pó	-	3	5
Coentro	5	5	5
Leite	55	55	55
Açúcar	5	5	5
Fermento biológico seco	1,5	1,5	1,5
Sal	2	2	2

F1 – Formulação controle; F2 – Formulação com 3% de *Spirulina*; F3 – Formulação com 5% de *Spirulina*.
Fonte: Autores.

As etapas para o processamento dos pães de forma consistiram na pesagem, mistura, homogeneização dos ingredientes, seguidas da fermentação e posterior assamento (Figura 1), seguindo as normas de Boas Práticas de Fabricação (13).

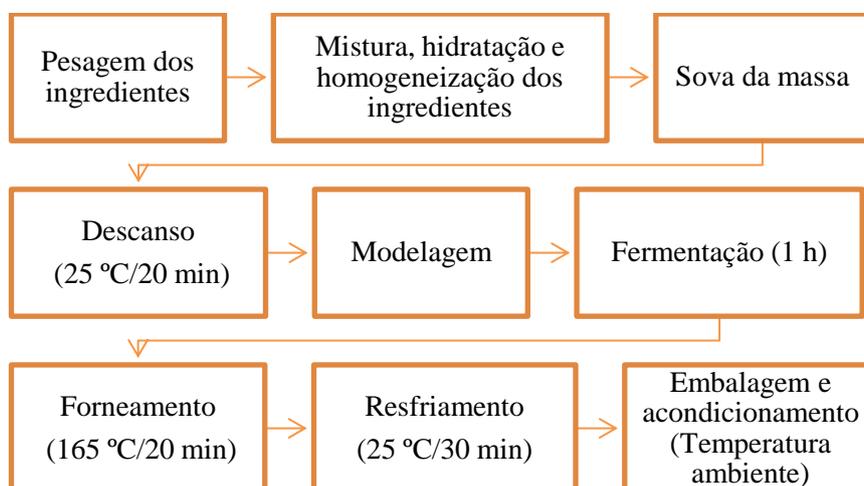


Figura 1 – Fluxograma de processamento dos pães de coentro adicionados de *Spirulina*.
 Fonte: Autores.

Perda pós cocção

Foi calculada a perda pós cocção (PC%) das três formulações (Figura 2), através da Equação 1 (14).

$$PC (\%) = \frac{M_{massa} - M_{pão}}{M_{massa}} \cdot 100$$

(Equação 1)

Onde:

M_{massa} – massa de massa (g); $M_{pão}$ = massa de pão (g).



Figura 2 – Massas modeladas antes da fermentação.
 F1 – Formulação controle; F2 – Formulação com 3% de *Spirulina*;
 F3 – Formulação com 5% de *Spirulina*. Fonte: Autores.

Volume específico

O volume específico (mL/g) dos pães foi obtido seguindo a metodologia descrita pela American Association of Cereal Chemists (15). Após a pesagem das amostras (g) em balança semi-analítica, o volume (mL) dos pães assados foi medido, em triplicata, por meio do deslocamento de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.).

O método (n° 55-50.01) consiste no preenchimento de recipiente transparente com semente de painço. Em seguida, uma parte das sementes foi substituída pela amostra e o volume completado até a borda (Figura 3A) e nivelado com auxílio de régua plástica (Figura 3B). As sementes remanescentes, correspondente ao volume deslocado pela amostra, foram colocadas em uma proveta graduada (100 mL), com expressão do resultado em mL (Figura 3C). O volume específico foi calculado por meio da Equação 2.

$$\text{Volume Específico (mL/g)} = \frac{\text{Volume Deslocado (mL)}}{\text{Peso da Amostra Assada (g)}} \quad (\text{Equação 2})$$



Figura 3 – Medição do volume específico dos pães.
 Fonte: Autores.

Densidade

A partir da análise do volume específico, foi calculada a densidade, através da razão entre a massa (g) dos pães assados e seu respectivo volume deslocado (mL), conforme a Equação 3.

$$\text{Densidade (g/mL)} = \frac{\text{Peso da Amostra Assada (g)}}{\text{Volume Deslocado (mL)}} \quad (\text{Equação 3})$$

Índice de expansão

O Índice de Expansão foi calculado conforme a Equação 4 (16). Utilizou-se porções de massas moldadas de forma cilíndrica, de 10 gramas, determinando-se o seu diâmetro, e a altura com auxílio de um paquímetro calibrado, no início da fermentação e após o forneamento (Figura 4).

$$\text{Índice de Expansão} = \frac{((D_p + H_p)/2)}{((D_m + H_m)/2)} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

D_p – Diâmetro do pão após o forneamento (cm); H_p – Altura do pão após o forneamento (cm); D_m – Diâmetro da massa moldada (cm); H_m – Altura da massa moldada (cm).



Figura 4 – Medição da altura da massa crua.
Fonte: Autores.

Análise estatística

Os resultados foram analisados por meio da Análise de Variância (ANOVA) seguido por teste de comparação de médias (Tukey), a fim de conferir ocorrências de diferenças a um nível de significância de 5%. Os cálculos foram realizados por meio do software Statistica versão 10.0 (17).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da perda pós cocção, volume específico, densidade e índice de expansão dos pães de coentro elaborados com diferentes percentuais de substituição de farinha de trigo por *Spirulina* em pó estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios dos parâmetros físicos e tecnológicos dos pães de coentro adicionados de *Spirulina* em pó.

Formulação	Perda pós Cocção (%)	Volume Específico (mL/g)	Densidade (g/mL)	Índice de Expansão
F1	0,05±0,01a	2,08±0,10a	0,48±0,02b	1,31±0,12a
F2	0,03±0,01ab	1,75±0,02b	0,57±0,01a	1,34±0,06a
F3	0,02±0,01b	1,83±0,11b	0,55±0,03a	1,35±0,02a

F1 – Formulação controle; F2 – Formulação com 3% de *Spirulina*; F3 – Formulação com 5% de *Spirulina*. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Autores.

Na perda pós cocção houve diferença significativa entre a formulação controle (F1) e a formulação com maior percentual de substituição da farinha de trigo pela *Spirulina* (F3), indicando que quanto maior a utilização da microalga, menor foi a perda pós cocção dos pães de coentro.

Esse fenômeno ocorre mediante a evaporação de líquidos, principalmente a água, e a perda de matéria orgânica durante o assamento do produto. Portanto, quanto menor for a perda pós cocção, maior o rendimento do pão (14). Verifica-se então que os pães F3, com maior adição da *Spirulina*, apresentaram maior rendimento entre as três formulações elaboradas.

Em pães adicionados de 0%, 2,5% e 5,0% da biomassa de *Chlorella sorokiniana* (18), os autores obtiveram resultados semelhantes aos do presente estudo, visto que, a perda durante o cozimento foi maior no pão controle e menor nos pães com adição da microalga *Spirulina platensis*.

A eficácia da maior utilização de pós, farinhas ou grãos no desenvolvimento de produtos panificáveis, em especial de pães, é conhecida, pois proporciona maior rendimento aos produtos, diante da maior capacidade de retenção de água que possuem, promovendo menor perda de massa durante o forneamento (19).

Com relação ao volume específico obteve-se diferença significativa entre a formulação controle e as formulações enriquecidas com *Spirulina* em pó. Observa-se que a formulação controle apresentou maior volume, seguida de F3, contudo, não diferiu significativamente de F2, inferindo que houve influência da adição da microalga.

Resultados semelhantes foram obtidos no desenvolvimento de um pão sem glúten com adição da microalga *Spirulina platensis* (11), onde a formulação controle apresentou maior volume específico e a formulação com maior incorporação (5%) diferiu significativamente da formulação controle, também observado nesse trabalho. Constataram então que a adição de até 4% de *Spirulina* não causou diferença significativa no volume do pão de farinha de arroz, no entanto, no presente estudo 3% de adição de *Spirulina* em substituição a farinha de trigo promoveu diferença significativa em relação ao controle.

Um estudo elaborou pão com biomassa seca de *Spirulina* (20) e obteve resultados semelhantes, a formulação controle, com maior volume, também diferiu de forma significativa das duas formulações com microalga (1% e 3%).

O volume específico é o parâmetro mais importante, pois mede a capacidade da farinha em expandir e reter o gás dentro da massa do pão durante o assamento. As concentrações dos ingredientes utilizados na formulação, bem como o tipo e a qualidade podem provocar alterações significativas no volume de um produto (21).

A Spirulina possui importante conteúdo nutricional e de bioativos, como proteínas (50-70%), carboidratos, vitaminas A, C e E, minerais (como ferro, cálcio e magnésio), ácidos graxos, e pigmentos como clorofila, fitocianina, carotenos e xantofilas (9).

As proteínas em filmes de algas de *Spirulina* e *Chlorella* possuem propriedades de retenção de CO₂ e O₂ superiores a filmes com lipídios e carboidratos (22). A presença de vitamina C, em pães de forma, atua como oxidante (ácido ascórbico transformado em

ácido deidroascórbico) reforçando a massa. Desse modo, o tipo de proteína e a presença de vitamina C, podem tornar a massa mais forte, com maior retenção de gases e menor expansão, durante a fermentação e o assamento, com conseqüente redução do volume do pão, o que é característico de constituintes reforçadores de glúten (23).

Quanto a densidade, também foi observada diferença significativa entre a formulação controle e as formulações com *Spirulina*, onde o padrão apresentou menor valor médio, inversamente proporcional ao volume específico.

O volume específico e a densidade expressam a relação entre o teor de sólidos e a fração de ar existente no miolo. A incorporação de maiores teores de microalgas à formulação torna o pão mais pesado, promovendo aumento da densidade e reduzindo seu volume específico (11, 20, 24).

Situação semelhante foi obtida na elaboração do pão com biomassa seca de *Spirulina* (20), todavia, ressaltam que a densidade permanece quase inalterada, pois os valores foram bastante aproximados entre as formulações, indicando que a adição da microalga não alterou a densidade dos pães. Já no presente estudo, a quantidade de *Spirulina* utilizada na formulação foi maior, promovendo alteração significativa na densidade dos pães de coentro elaborados.

Embora não tenha havido diferença significativa ao nível de 5%, no índice de expansão, percebeu-se aumento à medida que se incorpora a *Spirulina* à formulação.

A capacidade da massa em se expandir nas direções verticais e horizontais é mensurada através do índice de expansão, sendo assim, quanto maior o índice de expansão maior o crescimento do pão durante o assamento, considerado um aspecto tecnológico positivo para o produto (25). Verifica-se, de maneira satisfatória, que a aplicação da *Spirulina* em pó aumentou o tamanho dos pães durante o assamento.

CONCLUSÕES

Tendo em vista os aspectos observados, o pão de coentro adicionado de *Spirulina* em pó é uma alternativa viável para formulações de pão de forma, como substituição parcial da farinha de trigo, já que seus atributos físicos e tecnológicos demonstraram resultados positivos em relação a formulação controle, sem adição da microalga.

Sugere-se para trabalhos futuros, a aplicação de testes sensoriais para verificar a aceitação e a intenção de compra dos pães de coentro elaborados, bem como, investigar a aplicação da *Spirulina* como reforçadora de glúten.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte, e ao Laboratório de Gastronomia pelo apoio na realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Pourafshar S, Rosentrater KA, Krishnan PG. Production of Barbari bread (traditional Iranian bread) using different levels of distillers dried grains with Solubles (DDGS) and sodium Stearoyl lactate (SSL). **Foods**. 2018;7(3):1–31. <https://doi.org/10.3390/foods7030031>
2. Abimapi. **Notícias** [Internet]; 2021[acesso em 9 Jun 2021]. Disponível em: <https://abimapi.com.br/noticias-detalle.php?i=NDQ4Nw==>
3. Arranz-Otaegui A, Carretero LG, Ramsey MN, Fuller DQ, Richter T. Archaeobotanical evidence reveals the origins of bread 14,400 years ago in northeastern Jordan. **Proc Natl Acad Sci**. 2018;115(31):7925–7930. <https://doi.org/10.1073/pnas.1801071115>
4. Santos MRL, Almeida TM. Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de pães enriquecidos com farinha de banana verde com e sem casca. **Científic@-Multidiscip J**. 2020;7(2):1–11. <https://doi.org/10.37951/2358-260X.2020v7i2.4781>
5. Plasek B, Lakner Z, Temesi Á. Factors that influence the perceived healthiness of food-review. **Nutrients**. 2020;12(6):1881. <https://doi.org/10.3390/nu12061881>
6. Ferrazzano GF, Papa C, Pollio A, Ingenito A, Sangianantoni G, Cantile T. Cyanobacteria and microalgae as sources of functional foods to improve human general and oral health. **Molecules**. 2020;25(21):5164. <https://doi.org/10.3390/molecules25215164>
7. Niccolai A, Venturi M, Galli V, Niccolò P, Rodolfi L, Biondi N, D’ottavio M, Batista AP, Raymundo A, Granchi L, Tredici MR. Development of new microalgae-based sourdough “crostini”: functional effects of *Arthrospira platensis* (spirulina) addition. **Sci Rep**. 2019;9(19433):1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55840-1>
8. Gómez-Zorita S, Trepiana J, González-Arceo M, Aguirre L, Milton-Laskibar I, González M, Eseberri I, Fernández-Quintela A, Portillo MP. Anti-obesity effects of microalgae. **Int J Mol Sci**. 2020;21(1):41. <https://doi.org/10.3390/ijms21010041>
9. Pestana JM, Puerta B, Santos H, Madeira MS, Alfaia CM, Lopes PA, Pinto RMA, Lemos JPC, Fontes CMGA, Lordelo MM, Prates JAM. Impact of dietary incorporation of Spirulina (*Arthrospira platensis*) and exogenous enzymes on broiler performance, carcass traits, and meat quality. **Poult Sci**. 2020;99(5):2519–2532. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.069>
10. Chiattoni LM, Machado MRG, Rodrigues R da S, Soares LA de S. Influência do consumo de diferentes níveis de *Spirulina* no desenvolvimento e perfil lipídico

- de ratos. **Rev Ceres.** 2015;62(2):142–148. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201562020003>
11. Figueira F da S, Crizel T de M, Silva CR, Salas-Mellado M de las M. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. **Braz J Food Technol.** 2011;14(4):308–316. <https://doi.org/10.4260/BJFT2011140400037>
 12. Pereira AS, Shitsuka DM, Parreira FJ, Shitsuka R. Metodologia da pesquisa científica [Internet]. Santa Maria: Editora eletrônica da UFSM, NTE; 2018 [acesso em 14 Jun 2021]. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisaCientifica.pdf?sequence=1
 13. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas práticas para o Serviços de Alimentação. Diário Oficial da União. 16 set 2004; Seção 1:14.
 14. Andrade BA, Perius DB, Mattos NV de, Luvielmo M de M, Salas-Mellado M. Produção de farinha de banana verde (*Musa spp.*) para aplicação em pão de trigo integral. **Braz J Food Technol.** 2018;21(e2016055):1–10. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.5516>
 15. Approved Methods of Analysis (AACC), 11th Ed. Method 55-50.01. Specific Volume. Cereals & Grains Association, St. Paul, MN, U.S.A. <http://dx.doi.org/10.1094/AACCIntMethod-55-50.01>
 16. Souza Fernandes D de, Del Bem MS, Sorroche C, Leonel M, Leonel S. Elaboração de pão de queijo adicionado com farinha de banana verde: Características físicas e sensoriais. **Rev Raízes e Amidos Trop.** 2015; 11(1):56–65.
 17. Statsoft. Statistica for Windows – Computer program manual, Version 10.0. Tulsa: Statsoft Inc, 2011.
 18. Diprat AB. Aplicação da microalga *Chlorella sorokiniana* para enriquecimento nutricional de pão sem glúten [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2019.
 19. Graça C da S, Barbosa JB, Souza MZ de, Moreira A da S, Luvielmo M de M, Salas-Mellado, M. de las M. Adição de colágeno em pão sem glúten elaborado com farinha de arroz. **Braz J Food Technol.** 2017;20. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.10516>
 20. Achour HY, Doumandji A, Sadi S, Saadi S. Evaluation of nutritional and sensory properties of bread enriched with *Spirulina*. **Ann., Food Sci Technol.** 2014;15(2):270–275.

21. Selmo MS, Salas-Mellado M de las M. Technological quality of bread from rice flour with *Spirulina*. *Int Food Res J.* 2014;21(4):1523–1528.
22. Zeller MA, Hunt R, Jones A, Sharma, S. Bioplastics and their thermoplastic blends from *Spirulina* and *Chlorella* microalgae. *J. Appl. Polym. Sci.* 2013;130(5):3263–3275. <https://doi.org/10.1002/app.39559>
23. Cauvain SP, Young LS. *Tecnologia da panificação.* 2. ed. Manole;2009.
24. Tertychnaya TN, Manzhesov VI, Andrianov EA, Yakovleva SF. New aspects of application of microalgae *Dunaliella salina* in the formula of enriched bread. *OP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2020;422(1):012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/422/1/012021>
25. Zambelli RA. *Desenvolvimento de massas congeladas de pães tipo forma contendo ingredientes funcionais [dissertação].* Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2014.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-64>

Capítulo 64

A IMPORTÂNCIA DA ROTULAGEM PARA O PÚBLICO COM RESTRIÇÕES ALIMENTARES: REVISÃO

Gabriella Gonçalves de Melo¹; Fernanda Barbosa Borges Jardim²; Andreia Cristina Lourenço³

¹Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - IFTM; E-mail: gabriella.goncalves@estudante.iftm.edu.br, ²Docente do Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – IFTM; E-mail: fernanda.jardim@iftm.edu.br, ³Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - IFTM; E-mail: andreia.lourenco@estudante.iftm.edu.br.

Resumo: Quando se trata de segurança alimentar, os rótulos são considerados ferramentas para informar e orientar o cliente em relação às porções, quantidades e qualidade nutricional dos produtos, favorecendo escolhas mais saudáveis para o dia a dia. Portanto, é notável a importância dos rótulos alimentares como fonte de informação para quem busca uma alimentação equilibrada, especialmente para o público que apresenta restrições alimentares. Embora existam as legislações específicas de rotulagem alimentar, as falhas de comunicação nos rótulos, causadas por informações incorretas, incompletas, confusas e/ou equívocas, não permitem ao consumidor se apropriar das informações declaradas e pode submetê-lo a graves riscos a sua saúde, como alergias desencadeadas pelo consumo de alimentos. O conhecimento das legislações de rotulagem alimentar específicas para o público com restrição alimentar, das ações educacionais e políticas públicas e dos estudos sobre o tema são importantes como meio de difusão e compreensão dos rótulos e seu papel norteador dos hábitos alimentares. O presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre a importância da rotulagem alimentar para o público com restrições alimentares.

Palavras-chave: Legislação; Nutrição; Restrição Alimentar; Rotulagem de alimentos.

INTRODUÇÃO

Uma das metas mais desafiadoras e ambiciosas que a Saúde Pública está se esforçando para alcançar em todo o mundo é a promoção de estilos de vida saudáveis e de adequada nutrição. Problemas de saúde relacionados à nutrição, incluindo obesidade, diabetes e síndrome metabólica, têm um impacto marcante na sociedade moderna. A prevalência dessas doenças crônicas tem aumentado rapidamente, tanto nos países ocidentais quanto nos em desenvolvimento (1). A rotulagem é uma das ferramentas

utilizadas para escolhas alimentares pela população que busca este estilo de vida mais saudável.

Rotulagem é definida como: “toda inscrição, legenda, imagem ou toda matéria descritiva ou gráfica, escrita, impressa, estampada, gravada, gravada em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem do alimento” (2).

Parte da população apresenta restrições alimentares, necessitando de uma atenção especial na escolha dos alimentos. As restrições variam em tipo e intensidade de acordo com cada indivíduo e condição de saúde. Os principais elementos responsáveis por restrições alimentares são ingredientes alergênicos, glúten, lactose, açúcar e sódio. Uma pesquisa realizada pela Nielsen (3) mostrou que 36% dos consumidores têm alguma alergia ou intolerância a um ou mais gêneros alimentícios e 64% responderam que seguem uma dieta que limita ou proíbe o consumo de alguns alimentos ou ingredientes.

Os rótulos dos alimentos, como interface entre a indústria de alimentos e os consumidores, são de extrema importância, pois além de trazerem a informação nutricional, podem influenciar na escolha de alimentos e no comportamento alimentar. Para o público com restrição alimentar, a interpretação correta dessas informações pode funcionar como um instrumento para a tomada de decisões na escolha dos alimentos, levando em consideração a relação entre nutrição e saúde, e ainda auxiliar no tratamento da restrição alimentar (4).

Poucos são os estudos científicos relacionados à rotulagem de alimentos para o público com restrições alimentares. Diante do exposto, considerando a importância dos rótulos alimentares para o público com restrições alimentares, o presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre essa temática.

PRINCIPAIS RESTRIÇÕES ALIMENTARES

A alergia alimentar é caracterizada por um conjunto de manifestações clínicas consequentes a mecanismos imunológicos decorrentes da ingestão, inalação ou contato com determinado alimento (5). Pessoas diagnosticadas com alergia ou intolerância devem ter cuidado redobrado nas escolhas alimentares, principalmente os alimentos industrializados, demandando assim produtos específicos, isentos ou com pouca quantidade de certos componentes, dependendo de cada situação em particular.

Estima-se que a alergia alimentar afete entre 6% e 8% das crianças com menos de três anos de idade, e de 2 a 3% da população adulta no Brasil (6). Pesquisa realizada pela Nielsen (3) indicou que 48% dos brasileiros disseram ter algum tipo de alergia ou intolerância alimentar. De acordo com a mesma pesquisa, apenas 37% dos consumidores que têm alguma alergia ou intolerância alimentar dizem ter suas necessidades atendidas, enquanto 66% pagariam mais para obterem alimentos sem ingredientes indesejáveis.

Os problemas alimentares não cessam e necessitam de real cuidado. A doença celíaca (DC) não é considerada uma alergia alimentar, por se tratar de uma doença autoimune. Ela é caracterizada por um processo inflamatório que envolve a mucosa do intestino delgado, levando à atrofia das vilosidades intestinais, má absorção e uma variedade de manifestações clínicas, em indivíduos geneticamente predispostos, em decorrência à ingestão de glúten, presente em cereais como cevada, farelo de aveia, centeio, trigo e malte (7).

Outra restrição é a intolerância à lactose, que ocorre quando há uma deficiência total ou parcial da enzima que digere a lactose, chamada lactase, responsável pela quebra da lactose em glicose e galactose. Tanto a doença celíaca, como a intolerância à lactose,

podem dificultar a absorção de outros nutrientes como as vitaminas e minerais (8).

Outro público com uma alimentação restrita são os portadores de Doença Renal Crônica em tratamento hemodialítico. Apesar dos diversos benefícios da hemodiálise, que permitem prolongar a vida desses pacientes, as condições impostas pela doença e pelo próprio tratamento dialítico resultam em uma série de alterações orgânicas, com complicações agudas, crônicas e nutricionais. O controle dietético assume a função de prevenir ou melhorar a toxicidade urêmica, os distúrbios metabólicos e elevação da pressão arterial (9).

O Diabetes Mellitus (DM) é outra patologia na qual a adoção de uma alimentação saudável é um dos principais pilares do tratamento e gerenciamento. As recomendações baseadas no fracionamento correto das refeições e no consumo de alimentos naturais, como hortaliças, frutas, cereais integrais, leguminosas, além da redução de alimentos fontes de gordura, sódio e açúcar, contribuem para a manutenção do controle metabólico, estado nutricional adequado, bem como na prevenção das complicações decorrentes da doença (10).

Outra patologia é a Insuficiência Cardíaca (IC), cujo tratamento é caracterizado pela baixa ingestão de sódio. Estudos apontam uma baixa adesão desses pacientes à dieta, o que implica em um maior risco a eventos agudos, internações e desfechos clínicos desfavoráveis (11). Estudo brasileiro multicêntrico, cujo objetivo foi avaliar as características clínicas, tratamento e prognóstico de pacientes com IC aguda, conduzido nas cinco regiões do país, identificou que 8,9% das causas de descompensação clínica da IC foram decorrentes do consumo inadequado de sódio e líquidos (12).

A preocupação com a alimentação incentivou que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) incluísse vários termos obrigatórios na informação de rotulagem nutricional, como por exemplo os alimentos light, diet, zero lactose, não contém glúten. Esses alimentos são classificados como Alimentos para Fins Especiais, pois são produzidos com alterações no conteúdo de nutrientes, adaptando-se à finalidade em dietas restritivas, de forma a atender a necessidade de pessoas com condições metabólicas e fisiológicas específicas (13).

RÓTULOS ALIMENTARES: INFORMAÇÕES PARA O PÚBLICO COM RESTRIÇÕES ALIMENTARES

A rotulagem de alimentos é um tema que vem sendo muito discutido nos últimos anos, levando a reformulações constantes de suas legislações. Rotulagem é a principal via de comunicação entre as empresas produtoras de alimentos e os consumidores que buscam maiores informações em relação aos produtos que estão comprando (14).

Vários estudos avaliaram o conhecimento do público em relação ao conteúdo dos rótulos alimentares e a maioria encontrou resultados que indicaram o baixo conhecimento e instrução da população para a compreensão dos rótulos, sendo alguns fatores que dificultaram sua compreensão a forma inadequada das informações nutricionais, como o uso de uma linguagem técnica e a falta de legibilidade (14, 15, 16, 17).

Visto a importância das informações nutricionais, é necessário que a população saiba interpretar os dados e o significado dessas informações contidas na rotulagem dos alimentos. No caso específico do público com restrições alimentares, a compreensão das informações dos rótulos alimentares é fundamental.

As principais legislações que abordam nutrientes específicos que parte do público possui restrições são:

- Lei 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca (18);
- RDC nº 26, de 02 de julho de 2015. Dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares (19);
- RDC nº 135, de 08 de fevereiro de 2017. Altera a Portaria SVS/MS nº 29, de 13 de janeiro de 1998, que aprova o regulamento técnico referente a alimentos para fins especiais, para dispor sobre os alimentos para dietas com restrição de lactose (20).
- RDC nº 29, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente a Alimentos para Fins Especiais (13).

AÇÕES E POLÍTICAS INFORMATIVAS NUTRICIONAIS PARA O PÚBLICO COM RESTRIÇÕES ALIMENTARES

Alinhado aos apelos das Organizações Internacionais de Saúde, o Chile implementou em junho de 2016 um conjunto de normas para combater a epidemia de obesidade. O novo regulamento inclui o uso obrigatório de rótulos de advertência na frente da embalagem em alimentos/bebidas embalados com alto teor de energia, açúcares, gorduras saturadas e sódio (21). Em estudo realizado por Correa e colaboradores (22), foi observado que após o primeiro ano de implementação, este regulamento era bem conhecido, muitos entrevistados expressaram que perceberam uma mudança importante em direção a uma alimentação mais saudável, o que pode levar a uma mudança nas normas sociais de alimentação. Essas informações contribuem para entender melhor como as ações regulatórias podem influenciar o comportamento de consumo das pessoas. Estes dados positivos podem servir de subsídios para novas discussões.

Para apoiar ainda mais os consumidores nesta tarefa desafiadora, um novo esquema de etiqueta usando sistema de codificação de cores também foi desenvolvido e testado no Reino Unido. O sinal verde, âmbar e vermelho indicam se um produto possui alto, médio ou baixo teor de gordura, gordura saturada, sal, açúcar e energia (em calorias), permitindo uma identificação mais rápida de opções mais saudáveis. Além disso, essa abordagem torna mais fácil comparar produtos semelhantes (23).

A Política Nacional de Promoção da Saúde (PNPS) do Brasil enfatiza a necessidade de estimular ações de empoderamento da informação pelo consumidor, de modo a alcançar o entendimento e uso prático da rotulagem geral e nutricional dos alimentos. Portanto, estratégias de cunho educativo se destacam, uma vez que o consumo alimentar é uma das determinantes positivas ou negativas da saúde (1). Em consonância com a PNPS, recentemente a ANVISA apresentou novas diretrizes sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Para os alimentos para fins especiais, a tabela de informação nutricional deve conter as quantidades de valor energético de todos nutrientes e substâncias bioativas adicionados aos produtos. Já nos alimentos para dietas com restrição de lactose, a tabela de informação nutricional deve conter a declaração das quantidades de lactose e de galactose (24).

Outra mudança desta nova rotulagem foi a necessidade de a declaração da tabela de informação nutricional estar localizada em uma única superfície contínua da embalagem e no mesmo painel da lista de ingredientes. Neste formato, evita-se que a tabela esteja em áreas encobertas, locais deformados, como áreas de selagem e de torção, ou de difícil visualização, como arestas, ângulos, cantos e costuras (24).

TRABALHOS QUE INVESTIGARAM ROTULAGEM PARA O PÚBLICO COM RESTRIÇÕES ALIMENTARES

Apesar de estarem em vigor as legislações para garantir o acesso à informação e eliminar, diminuir ou prevenir os riscos à saúde da população, existem estudos que ressaltam o descumprimento dos parâmetros estabelecidos pela legislação no que concerne à rotulagem de alimentos. Farias e colaboradores (25) avaliaram os rótulos de alimentos derivados de leite e constataram que 92% destes apresentaram não conformidades frente a essa legislação, principalmente em relação a ausência de declaração para alergênico. A mesma tendência também foi observada em estudo de Zorzanello e Weschenfelder (26), que avaliaram os rótulos de pães integrais, e 16,7% dos rótulos não faziam menção à presença dos ingredientes alergênicos.

Em estudo que avaliou o conhecimento de portadores de diabetes frente aos rótulos alimentares, foi observado que 24,44% afirmaram que sempre fazem a leitura, 64,44% às vezes fazem a leitura e 11,11% nunca leem os rótulos. Em relação a informações mais lidas pelos participantes destacaram-se a data de validade, se o produto vem impresso diet, ingredientes e as informações nutricionais, porém a maioria afirmou que compreende pouco o que vem descrito nas informações nutricionais. Logo, muitos pacientes diabéticos consomem produtos contendo muito açúcar influenciando negativamente no controle da doença (15).

Estudo realizado por Binsfeld e colaboradores (5) com público intolerante ao leite de vaca observaram uma proporção relativamente baixa de entrevistados (57,7%) que sempre liam os rótulos de alimentos, bem como a elevada ocorrência de dúvidas em relação a essa leitura (48,1%) e de transgressões na dieta que causassem reações alérgicas (73,1%), apontando a necessidade de melhorar a orientação dirigida a este público.

Confusões na declaração dos alergênicos nos rótulos de alimentos podem levar a danos na saúde do consumidor, devido à falta de compreensão dos componentes declarados. Um estudo com pacientes alérgicos a leite realizado no Instituto da Criança do Hospital de Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP) mostrou que, durante uma dieta de exclusão, 73% dos pacientes desencadearam reações alérgicas após consumo de alimentos industrializados. Desses, 18,4% dos casos ocorreram devido à má interpretação ou falta de entendimento das informações contidas nos rótulos dos alimentos (5).

Embora diversas pessoas ainda tenham o hábito de consultar a rotulagem nutricional dos alimentos, muitas possuem dificuldades em compreender suas informações e conceitos básicos (17). É necessária uma maior conscientização da rotulagem nutricional para a população em geral, mas principalmente para o público com restrição, uma vez que a alimentação está implicada diretamente no tratamento.

CONCLUSÕES

É notória a importância dos rótulos para públicos com restrições alimentares, influenciando na escolha de alimentos e no comportamento alimentar. A interpretação correta dessas informações pode funcionar como um instrumento para a tomada de decisões na escolha dos alimentos e podem auxiliar no tratamento desde público. Entretanto, a compreensão e utilização das informações contidas nos rótulos pelos

consumidores não são garantidas, pois podem ser interpretadas de forma errônea e levar a escolhas inadequadas de alimentos.

Recomenda-se a elaboração de campanhas educativas, para que o consumidor se informe das informações dispostas nos rótulos e se conscientize da importância da leitura dos rótulos de alimentos e das implicações em sua nutrição e saúde. Especialmente, há a necessidade de mais pesquisas e revisões de literatura voltadas para o público com restrição alimentar, com o intuito de melhorar a qualidade de vida dessas pessoas e de nortear adequações nas legislações relativas à rotulagem nutricional para este público.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2,445, de 11 de novembro de 2014. Redefine a Política Nacional de Promoção da Saúde (PNPS). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília: DF, 11 nov. 2014.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Rotulagem geral de alimentos embalados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília: DF, 20 set. 2002.
3. Nielsen Company. Estudo Global: o que há em nossa comida e nossa mente? [Internet]. 2016. [acesso em 26 Dez 2021]. Disponível em: <https://www.nielsen.com/br/pt/insights/report/2016/O-que-ha-em-nossa-comida-e-mente/#>.
4. Pereira MCS, Jesus MCP, Vassimon HS, Tavares MFL. Perspective of Federal Public Policy Representatives on Food Labels. DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde. 2017;12(4):1147-1163.
5. Binsfeld BL, Pastorino AC, Castro APBM, Yonamine GH, Gushken AKF, Jacob CM. Conhecimento da rotulagem de produtos industrializados por familiares de pacientes com alergia a leite de vaca. Revista Paulista de Pediatria. 2009;27(3):296-302.
6. Pinto CA, Souza BR, Peixoto JSG, Ishizawa TA. Rotulagem para alergênicos: uma avaliação dos rótulos comercializados com presença ou ausência de glúten e seus riscos inerentes à saúde dos celíacos no Brasil. Research, Society and Development. 2020;9(6):e38963432.
7. Paula FA, Crucinsky J, Benati R. Fragilidades da atenção à saúde de pessoas celíacas no sus: a perspectiva do usuário. DEMETRA: Alimentação, Nutrição e Saúde. 2014;9:311-328.
8. Xavier MWR, Silva PPB, Martins ACS, Viera VB. A Intolerância à Lactose: uma Revisão de Literatura. International Journal of Nutrology. 2018; 11:324-327.
9. Araújo GC, Baratto I. Estado nutricional de pacientes com insuficiência renal em hemodiálise na cidade de Pato Branco-PR. Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento. 2018;12(71):356-367.
10. Sociedade Brasileira de Diabetes. Princípios para orientação nutricional no diabetes mellitus. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes. 2015.
11. Sousa MM, Gouveia BLA, Almeida TCF, Freire MEM, Melo FABP, Oliveira SHS, Evidências relacionadas à restrição de sódio em pacientes com insuficiência cardíaca. Revista Brasileira de Enfermagem. 2020;73(4):e20180874.

12. Albuquerque DC, Souza Neto JD, Bacal F, Rohde LEP, Pereira SB, Berwanger O, et al. I Brazilian Registry of Heart Failure - Clinical Aspects, Care Quality and Hospitalization Outcomes. *Arquivos Brasileiro de Cardiologia*. 2015;104(6):433-42.
13. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC n°. 29, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente a Alimentos para Fins Especiais. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília: DF, 29 jan. 1998.
14. Gonçalves NA, Cecchi PP, Vieira RM, Santos MDA, Almeida TC. Rotulagem de alimentos e consumidor. *Nutrição Brasil*. 2015;14(4):197-204.
15. Carvalho RM, Alves MAL. Rótulo de alimentos: dificuldades de interpretação por idosos diabéticos. *Nutrição Brasil*. 2018;17(2):104-13.
16. Ferreira RM, Mendes YC, Costa IC, Silva LCN, Dias LPP, Zagnignan A. Conhecimento de universitários sobre a rotulagem dos alimentos e informações nutricionais. *Research, Society and Development*. 2020;9(8):e328985367.
17. Moraes ACB, Stangarlin-Fiori L, Bertin RL, Medeiros CO. Conhecimento e uso de rótulos nutricionais por consumidores. *DEMETRA: Alimentação, Nutrição e Saúde*. 2020;15:e45847.
18. Brasil. Presidência da República. Lei 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília: DF, 16 maio 2003.
19. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC n° 26, de 02 de julho de 2015. Dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília: DF, 03 jul. 2015.
20. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC n° 135, de 08 de fevereiro de 2017. Altera a Portaria SVS/MS n° 29, de 13 de janeiro de 1998, que aprova o regulamento técnico referente a alimentos para fins especiais, para dispor sobre os alimentos para dietas com restrição de lactose. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília: DF, 08 fev. 2017.
21. Chile. Ministério da Saúde. Informe da avaliação da implementação da Lei sobre composição nutricional dos alimentos e sua publicidade. 2016.
22. Correa T, Fierro C, Reyes M, Carpentier FRD, Taillie LS, Corvalan C. Responses to the Chilean law of food labeling and advertising: exploring knowledge, perceptions and behaviors of mothers of young children. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2019;16(21):01-10.
23. Viola GCV, Bianchi F, Croce E, Ceretti E. Are food labels effective as a means of health prevention? *Journal of Public Health Research*. 2016;5(768):139-142.
24. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC n° 429, de 08 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília: DF, 09 out. 2020.
25. Farias TAL, Nascimento IRS, Oliveira KL, Ximenes GNC, Campos JM, Cortez NMS. Rotulagem de derivados lácteos frente as novas legislações da ANVISA. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*. 2017;7(1):106-109.
26. Zorzanello BM, Weschenfelder S. Pães produzidos em escala industrial e comercializados com a denominação de “integral”: análise da rotulagem e identificação dos ingredientes. *C&D-Revista Eletrônica de FAINOR*.

2017;10(3):407-423.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-65>

Capítulo 65

PRODUTOS ANÁLOGOS DE CARNE À BASE DE PLANTAS: UMA REVISÃO SOBRE TENDÊNCIAS DE MERCADO E CARACTERIZAÇÃO

Gisele Marcondes Luz¹; Augusto César Costa dos Santos²; Venancio Ferreira de Moraes Neto³; Juliana Azevedo Lima Pallone⁴

¹Estudante do Curso de Pós Graduação em Ciência de Alimentos – FEA – UNICAMP; E-mail: gimarcondes14@gmail.com

²Estudante do Curso de Pós Graduação em Ciência de Alimentos – FEA – UNICAMP; E-mail: acessar.nutri@gmail.com

³Estudante do Curso de Pós Graduação em Ciência de Alimentos – FEA – UNICAMP; E-mail: venanciomoraes@hotmail.com

⁴Docente/pesquisador do Departamento de Ciência de Alimentos e Nutrição – DECAN – FEA – UNICAMP; E-mail: jpallone@unicamp.br

Resumo: Os análogos de carne, também conhecidos como carne vegetal ou à base de plantas, são produtos alimentícios com aspectos organolépticos e nutricionais semelhantes à carne convencional, podendo ser produzidos a partir de diversas proteínas vegetais, assim como fungos e algas marinhas. A carne à base de plantas geralmente é rica em minerais essenciais como ferro, cálcio e zinco, entre outros nutrientes e compostos bioativos e contém níveis mais baixos de calorias e gordura saturada e não contém colesterol. O aumento na procura por esses alimentos promove, para a indústria, uma crescente diversidade de formulações e novos desafios de produção e, com isso, surge a necessidade de pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos. O objetivo da revisão foi apresentar estudos disponíveis na literatura científica envolvendo o potencial de desenvolvimento de produtos análogos de carne à base de plantas, além de destacar as principais tendências de mercado nesse setor. Foram selecionados 18 estudos originais, completos e publicados nos últimos 11 anos, que abordaram a elaboração e avaliação tecnológica, físico-química, sensorial, dentre outros parâmetros, de produtos tipo hambúrguer, linguiça e *nuggets*. Os estudos avaliaram o perfil desses alimentos a partir de diferentes formulações, sua comparação em relação aos produtos convencionais, o potencial da utilização de proteínas vegetais e o comportamento de agentes ou compostos de interesse tecnológico sob os parâmetros avaliados, sendo todos concluídos com resultados satisfatórios.

Palavras-chave: alimentos à base de plantas; análogos de carne; proteínas vegetais

INTRODUÇÃO

A mudança nas preferências em relação ao consumo alimentar têm sido evidente nos últimos anos, devido ao comportamento dos consumidores cada vez mais preocupados com a saúde e que estão buscando alimentos mais saudáveis e seguros (1). Além disso, movimentos contemporâneos que envolvem práticas de ativismo alimentar, abordam questões ambientais, sociais, econômicas e culturais, como exemplo, o veganismo engloba tanto a dieta vegetariana estrita como ações que buscam intervir na produção e execução de serviços de testagem, exploração ou abuso de animais (2,3).

Nesse cenário, pesquisas envolvendo o desenvolvimento e produção de análogos de carne tem ganhado destaque no setor de alimentos (4). Os análogos de carne são produtos alimentícios que apresentam textura, cor, sabor, estrutura e aspectos nutricionais semelhantes à carne convencional, mas são diferentes quanto a composição (5,6). Podem ser classificados em 3 tipos: carne cultivada, produzida através da cultura *in vitro* de tecidos ou células; carne modificada, derivada de organismos geneticamente modificados; e carne vegetal ou à base de plantas, produzida a partir de proteínas de plantas e fungos (4). Os análogos pertencentes ao terceiro tipo também são conhecidos como “substitutos” ou “alternativos à carne” (5).

A proteína de soja e o glúten de trigo têm sido os ingredientes mais utilizados como substitutos de carne e conseqüentemente são as fontes de proteína vegetal mais comuns dos produtos análogos. Recentemente, outras matérias primas vegetais como ervilha, grão-de-bico, feijão, milho, assim como fungos e algas marinhas, também são utilizadas para esse fim (7,8). Além desses ingredientes, uma quantidade significativa de água, óleo ou gordura, agentes ligantes, corantes e aromatizantes podem estar presentes nesses produtos (9).

Os análogos de carne podem ser produzidos na forma de discos, hambúrgueres, tiras, entre outros e normalmente possuem uma estrutura estriada em camadas semelhante à carne de origem animal (6). Nas indústrias de alimentos, entre as categorias de análogos mais desenvolvidas estão os produtos picados (hambúrgueres e *nuggets*), produtos do tipo muscular (carne de frango ou cortes semelhantes a bife) e produtos do tipo emulsão (como linguiças e salsichas) (9).

O aumento na procura por esses alimentos promove, para a indústria, uma crescente diversidade de propostas e novos desafios de produção (10). Esse mercado possui muitos obstáculos, mas busca crescer e se diversificar para atender investidores e consumidores em geral. Para isso, os contínuos avanços na engenharia, inovação e criação desses alimentos, devem focar na melhoria contínua dos atributos organolépticos e sensoriais e, principalmente, dos aspectos nutricionais (11).

Diante do exposto, essa revisão tem como objetivo apresentar os produtos análogos de carne à base de plantas, abordando as principais tendências de mercado e o potencial de desenvolvimento reportado em diferentes estudos na literatura científica.

MÉTODO DE EXECUÇÃO DO ESTUDO

Foi realizada uma revisão de literatura de caráter exploratório, com intuito de compilar trabalhos originais que abordassem a elaboração e avaliação tecnológica, físico-química, sensorial, dentre outros parâmetros, de produtos análogos de carne à base de plantas. A coleta dos dados foi realizada em setembro de 2021, através das bases de dados *Web of Science*, *Scopus*, *Google Scholar* e demais portais científicos, utilizando os

seguintes termos isolados ou em conjunto: *plant-based meat*, *vegan meat*, *meat analogues*, *meat-free*, *burger*, *sausage* e *nuggets*. Os estudos selecionados foram publicados na íntegra entre os anos de 2011 e 2021 em língua portuguesa, espanhola ou inglesa.

TENDÊNCIAS DE MERCADO

Em 2019, o mercado global de carnes vegetais foi avaliado em US\$ 11,1 bilhões, com previsão para uma taxa de crescimento anual composta de 15,8% entre 2020-2027, conforme mostra a Figura 1. O aumento da população vegana e do consumo de alimentos à base de plantas, assim como a consciência do consumidor em relação aos benefícios nutricionais e preocupações com a saúde devido ao COVID-19, estão entre os fatores responsáveis pelo crescimento desse tipo de alimento em todo o mundo (12).

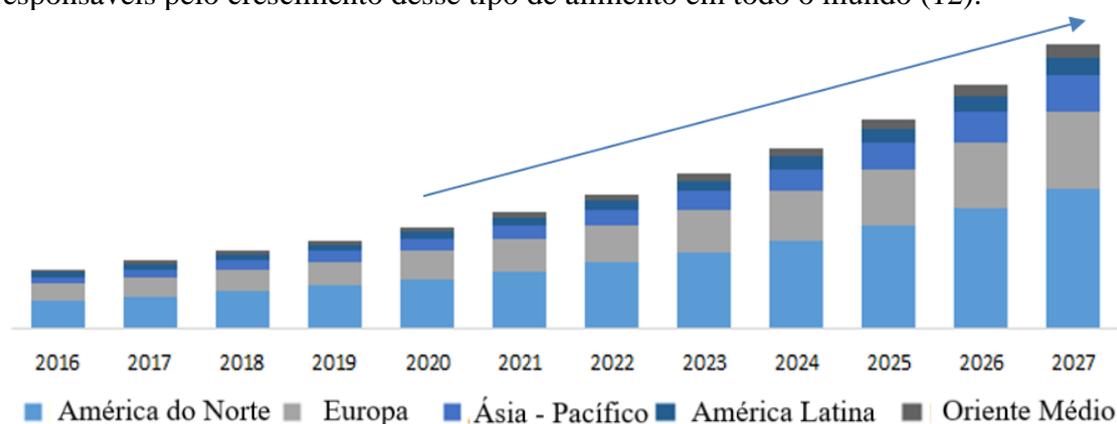


Figura 1 – Mercado de carnes à base de plantas, por região, entre 2016 e 2027.

Fonte: Adaptado de Polaris Market Research (12).

Um dos ingredientes mais comuns a compor os alimentos à base de plantas são as proteínas texturizadas (soja, ervilha, grão-de-bico, entre outros), que favorecem a obtenção de produtos que podem ser substitutos completos da carne (13–15). O primeiro uso desses ingredientes como forma alternativa à carne animal foi realizado em 1931 pela empresa norte americana *Loma Linda Foods*, sendo que em 1981 houve a criação da primeira carne à base de vegetais e arroz no formato de hambúrguer (16).

O mercado atual das carnes vegetais começou em 2002, com a parceria entre o *Burger King* e a *Morningstar Farms (Kellogg Company)* nos Estados Unidos, para lançarem em conjunto o *BK Veggie Burger*, sendo posteriormente criadas a *Beyond Meat* (2009) e a *Impossible Foods* (2011), consideradas as empresas modernas precursoras desse tipo de produto (16). O início no Brasil foi em 2019, com as startups *Fazenda do Futuro (Hambúrguer do Futuro)* e *Behind The Foods*, além de marcas já consagradas como a *Seara (Incrível Burger)* (17).

As redes brasileiras de *fast food* começaram a aderir a essa nova tendência em 2015, quando o *Burger King* anunciou o *Veggie Burger*, sendo seguido pelo *McDonald's* que passou a vender o *McVeggie* e o *Duplo Veggie* em 2018, e em 2020 pelo *Subway* que lançou o primeiro sanduíche 100% vegetal (18). Ainda em 2020, outras novidades foram os produtos da marca *Taeq* do grupo *GPA* (vegburger, vegkibe, vegpão e vegkafta), do sanduíche *Aussie Plant Burger* feito com hambúrguer à base de soja da marca *Revolution Burger* e comercializado pelo *Outback*, e as novas linhas de carnes vegetais *Pronto &*

Saudável (hambúrguer e filé) da *Sora Alimentos e Veg & Tal* composta por hambúrguer, bacon e *nuggets* da *Sadia* (19).

Em 2021, a empresa *PlantPlus Foods*, *joint venture* da *Marfrig* com a *Archer Daniels Midland*, iniciou as operações no mercado brasileiro em maio, com uma linha de alimentos 100% vegetal, composta por hambúrguer, kibe, almôndega e carne moída (20). Em julho, o *Burger King* anunciou o lançamento da primeira unidade do restaurante que só serve hambúrgueres de origem vegetal em Colônia, na Alemanha (21). Em agosto, a *Superbom Alimentos* lançou o kibe vegano. O novo produto é formulado com uma proteína 100% *plant-based* e possui ferro, vitamina B12, zinco, vitamina A e B9 (22).

Já em outubro, os lançamentos foram os produtos *Impossible Pork* nos Estados Unidos e *Newgetts* no Brasil (23,24). O primeiro é uma carne de porco vegana, que será vendida moída em restaurantes e no varejo do país americano e em Hong Kong. Sua formulação é composta por proteína de soja, óleo de girassol e de coco, além de vitaminas, aminoácidos, açúcares e ferro. O segundo produto da *foodtech* brasileira *The New*, consiste em iscas de frango *plant-based* empanado e de acordo com a empresa, um dos diferenciais desse produto é que ele não possui soja na sua formulação.

CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS

As principais informações encontradas nos estudos selecionados, referentes ao desenvolvimento dos produtos, estão organizadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais informações dos estudos selecionados.

Produtos	Estudos	Principais ingredientes	Análises realizadas	Referências
Hambúrguer	1	Farinha de trigo, farinha de arroz e proteína isolada de soja	Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial	(25)
	2	Farinha de caju e proteína texturizada de soja	Avaliação físico-química, microbiológica, sensorial e perfil de textura	(26)
	3	Grãos de soja e proteína texturizada de soja	Avaliação físico-química, sensorial, perfil de textura e padrão eletroforético	(27)
	4	Fibra de jaca, inhame e farinha de banana prata verde	Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial	(28)
	5	Proteína texturizada de soja, feijão vermelho e grão-de-bico	Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial	(29)
	6	Pedúnculo do caju, farelo de aveia e emulsão de castanha de caju	Avaliação pela Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (4ª edição)	(30)

	7	Feijão branco, lentilha marrom, grão-de-bico, grãos de trigo e cevada	Avaliação físico-química e sensorial	(31)
	8	<i>Tempeh</i> de feijão e soja	Avaliação sensorial	(32)
	9	<i>Tempeh</i> de soja e tofu	Avaliação físico-química e perfil de textura	(33)
	10	Farinha de jaca e farinha de folha de couve	Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial	(34)
	11	Cogumelo botão	Avaliação físico-química, sensorial e perfil de textura	(35)
	12	Proteína de soja isolada, proteína texturizada de soja e amido de milho	Avaliação físico-química e perfil de textura	(36)
Linguíça	13	Proteína isolada de soja, farinha de grão-de-bico e glúten	Avaliação, físico-química, sensorial e perfil de textura	(37)
	14	<i>Tempeh</i> e cogumelo ostra branco	Avaliação físico-química, sensorial e perfil de textura	(38)
	15	Jaca verde, cogumelo ostra e farinha de coco	Avaliação físico-química e microbiológica	(39)
	16	Proteína de soja texturizada, cogumelo e glúten de trigo	Avaliação físico-química, sensorial, valor calorífico, perfil de textura e minerais	(40)
Nuggets	17	Proteína vegetal texturizada, proteína isolada de soja e glúten	Avaliação colorimétrica e perfil de textura	(41)
	18	Proteína de ervilha, proteína de trigo e amido de batata	Avaliação físico-química, sensorial e perfil de textura	(42)

Fonte: Autores, 2021.

Produtos análogos de carne desenvolvidos com ingredientes de origem vegetal estão substituindo significativamente produtos de carne convencional. A carne análoga à base de plantas geralmente contém níveis mais baixos de calorias, gordura saturada e colesterol, podendo ter níveis mais elevados de minerais essenciais, como ferro, cálcio e zinco naturais ou por fortificação. Com base no produto, o mercado global é classificado em hambúrgueres, linguíças, salsichas, tiras, *nuggets*, almôndegas, entre outros.

Hambúrgueres convencionais são desenvolvidos com carne bovina e condimentos, enquanto que os à base de plantas são preparados com proteínas vegetais (25,33). Os estudos para o desenvolvimento dos hambúrgueres análogos procuram avaliar diferentes formulações, proteínas de origem vegetal e agentes ou compostos que visam melhorar parâmetros de qualidade, atributos organolépticos e aspectos nutricionais.

O estudo 1, avaliou os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais de hambúrgueres veganos à base de proteína de soja, farinha de trigo e arroz, com e sem emulsão de gordura. A formulação com farinha de arroz e de trigo com a emulsão de gordura foi a que apresentou melhores resultados com relação a cor, textura, aroma, suculência, aceitabilidade geral, testes de vida de prateleira e na capacidade de armazenamento de água (25).

Na utilização da fibra de caju em associação à proteína texturizada de soja para elaboração de hambúrguer vegetal, o estudo 2 avaliou a utilização de dois tratamentos para a redução do tamanho da fibra (prensagem mecânica associada ou não à maceração enzimática) e seu impacto nas características físico-químicas, aceitação sensorial e estabilidade dos hambúrgueres. Os melhores resultados foram para os produtos formulados sem a adição da fibra macerada, que apresentaram alto teor de umidade e carboidratos, baixo teor de lipídeos, e possibilidade de consumo por até seis meses sob armazenamento congelado (26).

O objetivo do estudo 3, foi investigar o efeito da transglutaminase microbiana e caseinato de sódio nos parâmetros físico-químicos, sensoriais, perfil de textura e padrão eletroforético de hambúrgueres veganos formulados com soja. A adição combinada afetou positivamente algumas propriedades mecânicas, como o aumento da dureza, elasticidade, mastigabilidade e força de corte, assim como o conteúdo de proteína total e cinzas, resultando na aceitabilidade geral do produto (27).

Ao produzir um hambúrguer com fibra de jaca, inhame e farinha de banana prata verde, os autores do estudo 4 observaram que os atributos de aparência, sabor e cor apresentaram altos níveis de aceitação, demonstrando que mais de 62,5% das pessoas gostaram extremamente do produto. No teste de intenção de compra, apenas 2,5% dos entrevistados provavelmente não comprariam o produto (28). Uma alta aceitabilidade para o produto também foi observada no estudo 5, onde foram desenvolvidas três formulações de hambúrguer vegano à base de proteína texturizada de soja, feijão vermelho e grão-de-bico. A formulação para esta última matéria prima se destacou em todos atributos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais analisados (29).

O estudo 6 teve como objetivo caracterizar um hambúrguer elaborado a partir do pedúnculo do caju, farelo de aveia e emulsão de castanha de caju através da avaliação da qualidade nutricional do produto final utilizando a 4ª edição da Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos. O produto apresentou alto conteúdo de fibra alimentar e de vitamina C na porção de 200 g, de acordo com a legislação brasileira vigente, bem como baixa quantidade de gorduras totais e saturadas (30).

A utilização de leguminosas integrais (feijão branco, lentilha marrom e grão-de-bico) e grãos germinados de trigo e cevada na preparação de hambúrguer vegetal proposta pelo estudo 7, teve como objetivo criar um produto saudável, a fim de aumentar a biodisponibilidade de minerais e atender às necessidades diárias de proteínas e aminoácidos essenciais. Os resultados indicaram que a germinação seguida do cozimento, reduziu os inibidores ácido fítico e tripsina. As fibras dietéticas solúveis e insolúveis foram maiores, assim como a retenção de umidade, absorção de óleo e rendimento de cozimento. Os produtos apresentaram boa aceitabilidade sensorial e aumento da biodisponibilidade *in vitro* de ferro, zinco, cálcio, potássio e fósforo (31).

O estudo 8 teve como objetivo produzir um inóculo para viabilizar a produção de *tempeh* a partir de feijão envelhecido, afim de utilizá-lo no preparo de hambúrguer. O melhor inóculo obtido de *Rhizopus oligosporus* foi feito por método modificado com

farinha de arroz e apresentou contagem de bactérias abaixo do limite permitido pela legislação. A conclusão foi que o método de produção do *tempeh* pode ser recomendado às indústrias e para o desenvolvimento de hambúrguer, pois o produto teve uma boa aceitação quanto ao aspecto geral, mas seu sabor deve ser aprimorado (32). O estudo 9 também utilizou *tempeh* no desenvolvimento de hambúrguer vegetal, além de tofu. Os resultados foram positivos para cor, textura, rendimento de cozimento e retenção de umidade nos produtos formulados com *tempeh* em comparação ao tofu, assim como a mistura dos dois ingredientes (33).

Com a utilização da “carne de jaca” como base para elaboração de um hambúrguer, além de um mix de farinhas da semente do fruto e da folha de couve, os autores do estudo 10 observaram que o produto final apresentou bons resultados nas avaliações físico-químicas e microbiológicas e obteve boa aceitação sensorial, demonstrando ser um desenvolvimento com potencial alimentício e socioeconômico (34).

As linguiças são desenvolvidas com a utilização de carne e peixe como ingredientes principais. Estudos recentes mostram que esse tipo de produto pode ter um impacto negativo na saúde como o colesterol alto, pelo excesso de gordura presente na formulação (38). Diante dessas informações, pesquisas que envolvem o desenvolvimento de linguiças com ingredientes vegetais estão aumentando e se concentram em desenvolver produtos semelhantes aos convencionais, através de proteínas de origem vegetal e de fungos, além de adicionar hidrocolóides com o intuito de auxiliar nas propriedades físicas e no perfil de textura.

Os efeitos de agentes ligantes, em diferentes concentrações, nos parâmetros de qualidade e propriedades nutricionais de linguiças análogas de carne à base de cogumelos foram investigados pelos autores do estudo 11. Como resultado, a adição de carragena e goma xantana à formulação, proporcionou uma melhora na estabilidade da emulsão, ligação à água e na textura dos produtos (35). O efeito da carragena também foi satisfatório no estudo 12, onde as linguiças foram formuladas com proteína de soja e amido de milho. A carragena, assim como a goma konjac, melhoraram significativamente a capacidade de hidratação e textura e diminuíram o tempo de cozimento das amostras, além de proporcionarem boa aceitabilidade geral do produto na análise sensorial (36).

No estudo 13, o objetivo foi substituir total e parcialmente a carne por proteínas vegetais na formulação de linguiça à base de soja, grão-de-bico e glúten. Os resultados mostraram que as proteínas vegetais reduziram a perda e o encolhimento do produto por cozimento e melhoraram a estabilidade da emulsão. A aceitabilidade geral das linguiças sem carne foi semelhante à da convencional (37). Quanto ao desenvolvimento de linguiças formuladas com *tempeh*, cogumelos e carragena, propostas pelo estudo 14, a melhor proporção utilizada foi a de 75 g de *tempeh* e 75 g de cogumelo ostra branco com a adição de 6 g de carragena. A avaliação físico-química, sensorial e do perfil de textura dos produtos mostrou resultados satisfatórios para todos os parâmetros estudados (38).

No estudo 15, os autores desenvolveram linguiças utilizando jaca verde e cogumelos, afim de obter um produto ambientalmente correto e sustentável a partir de uma produção mais limpa. A formulação com a proporção de 60:40 de jaca verde e cogumelo, respectivamente, foi a que apresentou os melhores resultados sensoriais e a redução da emissão total de CO₂ para a produção de 1 kg de linguiça. Esses resultados mostraram que é possível desenvolver uma linguiça 100% vegetal, sem nenhum conservante ou sabores artificiais e usando técnicas de produção mais limpas (39).

Outro alimento que tem alcançado o interesse entre os consumidores são os *nuggets* análogos de carne. O produto convencional é um alimento popular entre todas as idades e aceito em todo o mundo, sendo produzido a partir da carne de frango, peixe ou outras matérias primas (41). Os estudos disponíveis na literatura procuram comparar o perfil desses produtos em relação ao convencional, além de destacar o potencial da utilização de proteínas vegetais e seu comportamento sob os parâmetros avaliados.

No estudo 16, os autores compararam o perfil de minerais de *nuggets* análogos de carne com os de frango. Os teores de potássio, zinco, cobre e ferro foram maiores para os produtos análogos, enquanto que os teores de chumbo e cádmio foram comparáveis aos valores encontrados no produto convencional (40). Quanto aos efeitos da adição de diferentes concentrações de proteína vegetal texturizada (PVT) nesse tipo de produto, o estudo 17 mostrou que houve mudanças nas propriedades de textura, cor e separação de líquidos. A adição de PVT diminuiu o trabalho de mastigação, a força máxima necessária para cortar a amostra e o trabalho necessário para mover a lâmina através dela, resultando em *nuggets* mais macios e com uma estrutura mais fibrosa (41).

Resultados semelhantes foram observados pelo estudo 18, onde foram utilizadas diferentes proteínas vegetais e uma técnica de estruturação de congelamento durante o desenvolvimento de *nuggets* análogos. Os resultados mostraram que a combinação de proteína de ervilha e de trigo na proporção de 4:13, respectivamente, resultou em uma estrutura mais fibrosa e em camadas, aumentando a dureza, a mastigabilidade, bem como as propriedades viscoelásticas do produto final (42).

CONCLUSÕES

A crescente demanda no consumo de análogos de carne à base de plantas é evidente, assim como o número de produtos desenvolvidos pelas indústrias de alimentos. Os dados apresentados nessa revisão mostram que o investimento nesse setor é alto e constante, dando destaque à produtos similares de carne já consolidados no mercado, como os hambúrgueres, linguiças, salsichas, tiras, *nuggets*, almôndegas, entre outros. Além disso, os estudos realizados na área têm demonstrado que é possível desenvolver um produto análogo de carne à base de diferentes vegetais, com destaque para a soja, a jaca e os cogumelos, podendo utilizar diferentes agentes ou compostos de interesse como os hidrocolóides e enzimas, facilitando o trabalho de inovação. Os produtos análogos são de maneira geral caracterizados por maiores teores de fibras, minerais essenciais provenientes de fontes naturais ou de fortificação e proteínas, quando formulados à base de soja e ervilha, e têm apresentado boa aceitação, com base em análises sensoriais apresentadas nos estudos investigados e estabilidade microbiológica.

REFERÊNCIAS

1. Boukid F. Plant-based meat analogues: from niche to mainstream. *Eur Food Res Technol.* 2021;247:297–308.
2. Valença FM de L, Carbonai D. Novos atores em movimento: o veganismo como prática política. In: III Seminário Internacional de Ciências Sociais - Ciência Política. 2014. p. 1–17.
3. Azevedo E de. Vegetarianismo. *DEMETRA.* 2013;8(1):275–88.
4. Bonny SPF, Gardner GE, Pethick DW, Hocquette JF. What is artificial meat and

- what does it mean for the future of the meat industry? *J Integr Agric.* 2015;14(2):255–63.
5. Rubio NR, Xiang N, Kaplan DL. Plant-based and cell-based approaches to meat production. *Nat Commun.* 2020;11:1–11.
 6. Malav OP, Talukder S, Palanisamy G, Chand S. Meat analogue: A Review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2013;55(9):1241–5.
 7. Wild F, Czerny M, Janssen AM, Kole APW, Zunabovic M, Domig KJ. The evolution of a plant-based alternative to meat. *Agro Food Ind Hi Tech.* 2014;25(1):45–9.
 8. Joshi V, Kumar S. Meat Analogues: Plant based alternatives to meat products - A review. *Int J Food Ferment Technol.* 2015;5(2):107–19.
 9. Kyriakopoulou K, Keppler JK, Van der Goot AJ. Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. *Foods.* 2021;10(600):1–29.
 10. Révillion JP, Kapp C, Badejo MS, Dias V da V. O mercado de alimentos vegetarianos e veganos: características e perspectivas. *Cad Ciência Tecnol.* 2020;37(1):1–10.
 11. Gonçalves NF. Alimentos veganos industrializados: um mercado em constante crescimento [Internet]. *Vegan Business.* 2020 [cited 2021 Oct 16]. Available from: <https://veganbusiness.com.br/alimentos-veganos-industrializados/>.
 12. Polaris Market Research. Plant-Based Meat Market Share, Size, Trends, Industry Analysis Report, Segment Forecast, 2020-2027 [Internet]. 2020 [cited 2021 Oct 15]. Available from: <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/plant-based-meat-market>.
 13. Bedin E, Torricelli C, Gigliano S, De Leo R, Pulvirenti A. Vegan foods: Mimic meat products in the Italian market. *Int J Gastron Food Sci.* 2018;13:1–9.
 14. Serdaroglu M, Yildiz-Turp G, Abrodımov K. Meat quality of low-fat meatballs containing legume flours as extenders. *Meat Sci.* 2005;70:99–105.
 15. Riaz MN. *Soy Applications in Food.* CRC Press Taylor & Francis Group; 2006.
 16. Gonçalves NF. A evolução da carne de plantas [Internet]. *Vegan Business.* 2020 [cited 2020 Jul 17]. Available from: [https://veganbusiness.com.br/a-evolucao-da-carne-de-plantas/#:~:text=A evolução da carne de plantas se deve%2C principalmente%2C ao, inovação na indústria de alimentos](https://veganbusiness.com.br/a-evolucao-da-carne-de-plantas/#:~:text=A%20evolu%27ao%20da%20carne%20de%20plantas%20se%20deve%20principalmente%20ao%20inovac%27ao%20na%20ind%27ustria%20de%20alimentos).
 17. Summit Agronegócio Brasil. Hambúrguer vegetal: conheça a carne vegana [Internet]. Summit Agronegócio Brasil 2020. 2019 [cited 2020 Jul 14]. Available from: <https://summitagro.estadao.com.br/hamburguer-vegetal-conheca-a-carne-vegana/>.
 18. Barbosa A. Subway lança sanduíche vegano e promete surpreender o consumidor [Internet]. *Consumidor Moderno.* 2020 [cited 2020 Jul 17]. Available from: <https://www.consumidormoderno.com.br/2020/03/11/subway-lanche-vegano-surpreender-consumidor/>
 19. Gonçalves NF. Novidades veganas de 2020 [Internet]. *Vegan Business.* 2020 [cited 2021 Oct 16]. Available from: <https://veganbusiness.com.br/novidades-vegan-de-2020/>
 20. CNN Brasil. Empresa de carne vegetal da Marfrig e ADM inicia vendas no Brasil

- neste mês [Internet]. CNN Brasil. 2021 [cited 2021 Oct 15]. Available from: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/empresa-de-carne-vegetal-da-marfrig-e-adm-inicia-vendas-no-brasil-neste-mes/>.
21. Vilela L. Burger King anuncia restaurante com produtos 100% vegetais [Internet]. Consumidor Moderno. 2021 [cited 2021 Oct 15]. Available from: <https://www.consumidormoderno.com.br/2021/05/28/burger-king-vegetais/Privacidade>.
 22. Stucchi A. Kibe vegano: Superbom lança produto e expande portfólio [Internet]. Vegan Business. 2021 [cited 2021 Oct 15]. Available from: <https://veganbusiness.com.br/kibe-vegano/>.
 23. Stucchi A. Impossible Foods lança carne de porco vegana [Internet]. Vegan Business. 2021 [cited 2021 Oct 15]. Available from: <https://veganbusiness.com.br/carne-de-porco-vegana/>.
 24. Stucchi A. The New apresenta o Newggets: frango empanado [Internet]. Vegan Business. 2021 [cited 2021 Oct 15]. Available from: <https://veganbusiness.com.br/frango-empanado-plant-based/>.
 25. De Silva PHGJ, Kalubowila A, Lalantha N. Plant protien sources as an ingredient in ready to eat veggie burgers: Nutritional, sensory and physicochemical properties and evaluation. *J Anim Vet Adv.* 2011;10(15):2043–6.
 26. Lima JR, Garruti D dos S, Pinto GAS, Magalhães HCR, Machado TF. Vegetal Burgers of cashew fiber and texturized soy protein. *Rev Bras Frutic.* 2016;39(3):1–7.
 27. Forghani Z, Eskandari MH, Aminlari M, Shekarforoush SS. Effects of microbial transglutaminase on physicochemical properties, electrophoretic patterns and sensory attributes of veggie burger. *J Food Sci Technol.* 2017;54(8):2203–13.
 28. Martins AS, Pereira SR, Pereira EJ, Freitas RF. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de hambúrguer desenvolvido com fibra de jaca (*Artocarpus heterophyllus*), acrescido de inhame (*Dioscorea* sp.) e farinha de banana verde (*Musa* sp.). *Res Soc Dev.* 2020;9(10):e739107542.
 29. Nagagata BA, Carvalho CF de, Santos LP, Santana I, Freitas SM de L, Guimarães RR. Desenvolvimento de burgeres veganos: estudo com consumidores e pesquisa de mercado. *Res Soc Dev.* 2020;9(7):e622974542.
 30. Santos MFB, Cabral ACMM, Furquim NR. Produto alternativo para o mercado brasileiro: sanduíche de hambúrguer de caju e emulsão de castanha de caju congelado. *Brazilian J Heal Rev.* 2020;3(2):3399–412.
 31. Abd ELhak nasra. Preparation and evaluation of different nutritive vegetarian burger for female and women. *Egypt J Food Sci.* 2021;49(1):107–23.
 32. Bento JAC, Bassinello PZ, Colombo AO, Vital RJ, Carvalho RN. Vegan tempeh burger: prepared with aged bean grains fermented by *Rhizopus oligosporus* inoculum. *Res Soc Dev.* 2021;10(2):e38110212503.
 33. Herawati H, Kamsiati E. Characteristics of vegetarian patties burgers made from tofu and tempeh. *IOP Conferece Ser Earth Environ Sci.* 2021;653:1–5.
 34. Lima Segundo JF de, Jerônimo HMÂ, Viera VB, Nascimento CMS de A. Desenvolvimento de hambúrguer vegano adicionado da farinha de couve folha:

- avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. *Res Soc Dev.* 2021;10(1):e42510111761.
35. Arora B, Kamal S, Sharma VP. Effect of binding agents on quality characteristics of mushroom based sausage analogue. *J Food Process Preserv.* 2017;41:1–8.
 36. Majzoobi M, Talebanfar S, Eskandari MH, Farahnaky A. Improving the quality of meat-free sausage using k-carrageenan, konjac mannan and xanthan gum. *Int J Food Sci Technol.* 2017;52:1269–75.
 37. Kamani MH, Meera MS, Bhaskar N, Modi VK. Partial and total replacement of meat by plant-based proteins in chicken sausage: evaluation of mechanical, physico-chemical and sensory characteristics. *J Food Sci Technol.* 2019;56(5):2660–9.
 38. Rohmawati S, Mustofa A, Widanti YA. Analogue sausage formulation of tempeh-white oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) with the addition of carrageenan. *Food Sci J.* 2019;1(1):24–30.
 39. Paranagama I, Wickramasinghe I, Somendrika D, Benaragama K. Development of a vegan sausage with young green jackfruit , oyster mushroom, and coconut flour as an environmentally friendly product with cleaner production approach. *J Microbiol Biotechnol food Sci.* 2021;1–6.
 40. Kumar P, Sharma BD, Kumar RR. Product profile comparison of analogue meat nuggets versus chicken nuggets. *Fleischwirtschaft Int.* 2011;(1):72–5.
 41. Kitcharoenthawornchai N, Harnsilawat T. Characterization of meat analogue nugget: effect of textured vegetable protein. *Food Appl Biosci J.* 2015;3(2):121–9.
 42. Yuliarti O, Kiat Kavis TJ, Yi NJ. Structuring the meat analogue by using plant-based derived composites. *J Food Eng.* 2021;288:110138.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-66>

Capítulo 66

UTILIZAÇÃO DA FARINHA DO TEGUMENTO E DA AMÊNDOA DA MANGA VARIEDADE ‘ESPADA’ NA ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS

Patrícia Maria de Araújo Gomes¹; Dalmo Marcello de Brito Primo², Deise Souza de Castro³

1,2,3 - Docentes do Departamento Agroecologia e Agropecuária/CCAA/UEPB
patriciagomes@servidor.uepb.edu.br; dalmobrito@servidor.uepb.edu.br;
deise.castro@servidor.uepb.edu.br

Resumo: A manga (*Mangifera indica* L.) é um fruto com boa aceitação no mercado devido ao sabor e textura agradáveis, no entanto muito deste fruto se perde como resíduos agroindustriais, os quais podem funcionar como base para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios. O objetivo deste trabalho foi utilização da farinha do tegumento e da amêndoa de manga da variedade ‘Espada’ na produção de barras de cereais e determinar sua caracterização química e físico-química quanto aos parâmetros umidade, pH, atividade de água e cor. Foram desenvolvidas três tipos de barras de cereais, sendo: uma com adição de 50% da farinha do tegumento, uma com adição de 50% da farinha da amêndoa, e uma barra padrão. As barras de cereais produzidas apresentaram baixos valores de umidade e atividade de água. O pH manteve-se levemente ácido, os parâmetros de cor: luminosidade L* diminuiu com a adição da farinha do tegumento e da amêndoa, a intensidade de vermelho (a*) aumentou na barra elaborada com farinha do tegumento enquanto que na barra adicionada de farinha da amêndoa diminuiu em relação a barra padrão, na intensidade de amarelo (b*) nota-se predominância da cor amarela sobre a vermelha em todas as barras elaboradas. Os resultados indicaram que a farinha do tegumento e da amêndoa da manga variedade “espada” pode ser considerada viável para produção de barras de cereais e uma alternativa para o aproveitamento deste resíduo, podendo resultar em um produto mais barato, além de evitar o descarte deste resíduo no ambiente.

Palavras-chave: aproveitamento; barras de cereais; *mangifera indica* L.; resíduo agroindustrial

INTRODUÇÃO

No Brasil, a população não possui o hábito de consumir outras partes das frutas além da polpa, descartando-as e não aproveitando grandes quantidades de nutrientes. Esse desconhecimento tem despertado a atenção dos pesquisadores no sentido da inclusão desses nutrientes advindos das partes não comestíveis das frutas, na alimentação humana

(1). A elaboração de alimentos utilizando-se proporções de subprodutos e resíduos agroindustriais vegetais, possibilita o estabelecimento de uma prática de promoção de alimentação saudável (2).

A manga (*Mangifera indica* L.) é um fruto com boa aceitação no mercado devido ao sabor e textura agradáveis, no entanto muito deste fruto se perde como resíduos agroindustriais, como a casca e sementes, podendo funcionar como base de incremento de produtos alimentícios ou para o desenvolvimento de novos produtos, além de minimizar os impactos ambientais causados pelos descartes deste resíduo em locais inadequados. Tem-se aumentado consideravelmente a incorporação de resíduos de frutas em alimentos e a transformação da semente da manga em farinha pode ser um processo viabilizador e propulsor, uma vez que este resíduo mostrou-se adequado na indústria alimentícia, por apresentar componentes nutricionais importantes (3).

Portanto o processamento do tegumento e da amêndoa da manga, transformando-as em farinha e utilizando-as como ingrediente na elaboração de produtos alimentícios é uma alternativa para adequação de tecnologias para o aproveitamento dos resíduos agroindustriais pouco explorados, além de contribuir com a diminuição dos impactos ambientais causados pelos descartes deste resíduo em locais inadequados. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi utilização da farinha do tegumento e da amêndoa de manga da variedade 'Espada' na produção de barras de cereais e determinar sua caracterização química e físico-química quanto aos parâmetros umidade, pH, atividade de água e cor.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

Os frutos de manga variedade Espada foram adquiridos na EMPASA (**Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas**) do município de Campina Grande, PB. Os demais ingredientes para a formulação da barra de cereais (farelo de aveia, farelo de trigo e flocos de arroz), aglutinantes (xarope de glicose) foram adquiridos em supermercados locais e o mel foi oriundo de apiários localizados no alto sertão paraibano.

Processamento do tegumento e da amêndoa da manga

Foram previamente selecionados frutos maduros em função da consistência da polpa e coloração da casca; posteriormente os frutos foram lavados em água corrente para retirada de sujidades, em seguida sanitizados com água clorada, por 15 minutos e lavados com água potável. Na sequência, os frutos foram despolpados manualmente, e a partir do resíduo gerado por este processamento foram obtidas as sementes, as quais foram cortadas para a retirada do tegumento e da amêndoa, utilizando utensílios de aço inox.

Processamento das farinhas do tegumento e da amêndoa da manga variedade 'Espada'

A secagem, para fins de produzir farinha, dos tegumentos e das amêndoas de manga das variedades 'Espada' foram realizados no secador convectivo de leito fixo na temperatura de 60 °C e velocidade do ar de secagem 1,5 m/s, fazendo-se o acompanhamento da perda de massa pesando-se o conjunto (amostra + cesta) em balança

digital com precisão de $\pm 0,01$ g até atingir peso constante. Após a secagem, os tegumentos e as amêndoas das mangas foram triturados em um moinho de facas para obtenção da farinha. O acondicionamento das farinhas do tegumento e da farinha da amêndoa de manga das duas variedades foi realizado em sacos de polietileno e as amostras armazenadas em recipiente de vidro hermético contendo sílica gel e revestido com papel alumínio, para redução da incidência de luz, e com filme de PVC, para reduzir a absorção de umidade.

Formulação das barras de cereais

Foram realizados testes preliminares para definir o percentual de incorporação das farinhas na composição das barras, a fim de obter um produto com características sensoriais aceitáveis.

Para a elaboração das barras de cereais utilizou-se uma formulação base (Tabela 1), utilizando 50% de ingredientes secos e 50% ingredientes aglutinantes, com farelo de aveia, flocos de arroz, xarope de glicose e mel, conforme (4), com a seguinte modificação: adição de farelo de trigo, além das farinhas do tegumento e das amêndoas da manga das duas variedades.

Tabela 1 - Ingredientes da formulação base da barra de cereais

Ingredientes secos (g/100 g)		Ingredientes aglutinantes (g/100 g)	
Farelo de aveia	30	Xarope de glicose	25
Farelo de trigo	10	Mel	25
Flocos de arroz	10		

Foram desenvolvidas três tipos de barras de cereais, sendo: uma com adição de 50% da farinha do tegumento da manga variedade ‘Espada’, uma com adição de 50% da farinha da amêndoa da manga variedade ‘Espada’, em substituição ao farelo de trigo da formulação base e uma barra padrão (formulação base).

Processamento das barras de cereais

Primeiramente todos os ingredientes foram pesados, em seguida foram homogeneizados separadamente os ingredientes secos e os ingredientes aglutinantes. Estes últimos foram concentrados em temperatura de aproximadamente de 95 °C por 2 minutos, em seguida foram misturados aos ingredientes secos. Após esta etapa, a mistura foi colocada em máquina de confeccionar barra de cereal por cerca de 10 min. Em seguida resfriada e com o auxílio de uma espátula, as barras de cereais foram removidas e acondicionadas em embalagens laminadas e depositadas em lugar seco e arejado a temperatura ambiente. As barras elaboradas foram denominadas da seguinte forma: BTE - incorporação de 50% de farinha do tegumento da manga variedade ‘Espada’, BAE - incorporação de 50% de farinha da amêndoa da manga variedade ‘Espada’ e BPP - sem adição da farinha de manga (padrão).

Determinação das características físico-químicas e físicas das barras de cereais

Umidade

A umidade foi determinada segundo a metodologia descrita pelo (5). Os resultados foram expressos em percentagem (p/p).

pH

O pH foi determinado através do método potenciométrico, com um pHmetro, previamente calibrado com soluções de pH 7,00 e 4,00.

Atividade de água

Para determinação da atividade de água utilizou-se o equipamento medidor de atividade de água Aqualab digital, modelo 3TE-B.

Cor

A determinação deste parâmetro deu-se com o auxílio de um colorímetro (Minolta modelo CR400) que utiliza sistema de coordenadas retangulares que definem a cor em termos do valor L^* , a^* e b^* , em que a coordenada L^* representa quão claro ou escuro é o material em estudo, com valores entre 0 (totalmente preto) e 100 (totalmente branco). A Coordenada a^* pode assumir valores entre -60 a +60, cujos extremos correspondem, respectivamente, ao verde e ao vermelho. A coordenada b^* pode variar de -60 a + 60, cujos extremos correspondem, respectivamente, ao azul e ao amarelo.

Análise estatística

A análise estatística dos resultados das análises das barras de cereais foi realizada por meio de comparação de médias utilizando o *software* ASSISTAT versão 7.7 (6).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os resultados das análises físico-químicas e físicas das barras de cereais elaboradas.

Tabela 2 - Análises físico-químicas e físicas das barras de cereais elaboradas

Parâmetros	Barras de cereais elaboradas		
	BTE	BAE	BPP
Umidade (%)	13,348a	13,155a	13,276a
Aw (25 °C)	0,591b	0,605a	0,567b
pH	5,84	6,06	6,27
Luminosidade (L^*)	45,170c	47,493b	49,566a
Intensidade de vermelho ($\pm a^*$)	11,023a	8,656c	9,406b

Intensidade de amarelo ($\pm b^*$)	28,856a	25,640b	28,548a
--------------------------------------	---------	---------	---------

BTE - Barra com adição de 50% de farinha do tegumento da manga Espada; BAE - Barra com adição de 50% de farinha da amêndoa da manga Espada; BPP - Barra padrão sem adição de farinha de manga; Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente ($p > 0,05$).

Observou-se na Tabela 2 que os valores médios de umidade foram inferiores ao obtido por (7) em barras de cereais com farinha de casca de maracujá, cujos valores encontrados foram 18,34, 16,66 e 15,30% para formulação A (controle), formulação B (substituição de 30%) e formulação C (substituição de 40%), respectivamente e superiores ao determinado por (8) nas barras de cereais adicionadas de farinha de casca de banana, cujos valores variaram de 11,41 a 12,89%. Não se observou diferenças significativas entre elas a 5% de probabilidade, indicando que a adição da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga variedade 'Espada' não influenciou na umidade nas barras. Entretanto, estes teores de umidade estão de acordo com a Resolução n° 263, de 22 de setembro de 2005, que estabelece limite de 15% de umidade para produtos à base de cereais (9), tendo em vista que teores mais baixos de umidades são importantes para manutenção da qualidade, aumentando assim a vida útil do produto, dificultando o desenvolvimento de microrganismos. Além disso, (10) afirmam que baixos teores de umidade conservam o efeito crocante das barras de cereais por mais tempo, o que é uma característica desejável dos consumidores.

A atividade de água (A_w) das barras BTE e BPP apresentaram os valores próximos ao determinado por (11) ao medir atividade de água nas três formulações de barras de cereais de resíduos de extrato de soja com adição de pó de casca de noz-pecã obtendo os valores de 0,566, 0,570, e 0,576 na formulação 1, formulação 2 e formulação 3, respectivamente. A atividade de água também influencia sobre a vida útil das barras de cereais e segundo (2), valores acima de 0,6 diminuem a estabilidade química, física e microbiológicas.

Os valores de pH das barras elaboradas apresentaram-se levemente ácido, situando-se na faixa de 6,0, indicando um produto susceptível ao ataque microbiológico, diminuindo assim a sua vida de prateleira e indicando a necessidade de uma embalagem apropriada para barras de cereais, com exceção da BTE, que apresentou pH de 5,84 resultado próximo ao determinado por (12) que encontraram valores médios de pH próximos a 5,37, quando elaboraram barra de cereal a base de farinha de amêndoa de babaçu.

Na análise de cor das barras de cereais elaboradas neste estudo. Na análise das cores das barras BTE e BAE conforme o parâmetro L^* as amostras apresentaram $L^* = 45,170$ e $L^* = 47,493$, respectivamente, observando-se diferenças significativas entre as amostras. O parâmetro L^* , define a luminosidade da cor entre 0 (zero), que indica cor totalmente preta (ausência de cor) e 100, totalmente branca (cor alva). Tomando como referência esta definição pode-se afirmar que a barra BPP apresentou coloração mais clara, seguida da barra BAE, enquanto que a barra BTE tendeu a uma coloração mais escura, demonstrando que com a adição da farinha do tegumento e da farinha da amêndoa da manga nas barras de cereais o valor de L^* diminuiu. Resultado também observado por (13) com uma diminuição do valor de L^* na barra de cereal enriquecida com resíduo industrial de maracujá.

Os resultados obtidos na ANOVA para o parâmetro a^* (que varia do verde ao vermelho) mostraram que as barras de cereais elaboradas apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre si. Observa-se que a barra BTE apresenta uma maior tendência ao vermelho, enquanto a BAE uma menor tendência. (14) observou valor de $a^* = 9,1$ na barra de cereal adicionada de farinha de casca de manga variedade Tommy Atkins, valor próximo ao observado nas barras BPP.

Do parâmetro b^* (que varia do azul ao amarelo) observou-se que nas elaboradas BTE e BPP os valores para este parâmetro não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$). Nota-se a predominância de pigmentos vermelhos e amarelos devido aos valores positivos, com predominância da cor amarela sobre a vermelha em todas as barras analisadas, assim como reportado por (15) em seu estudo com barras de cereais adicionadas de farinha do resíduo de acerola.

CONCLUSÕES

As barras de cereais produzidas apresentaram baixos valores de umidade e atividade de água. O pH manteve-se levemente ácido, os parâmetros de cor: luminosidade L^* diminui com a adição da farinha do tegumento e da amêndoa, a intensidade de vermelho (a^*) aumentou na barra elaborada com farinha do tegumento enquanto que na barra adicionada de farinha da amêndoa diminuiu em relação a barra padrão e na intensidade de amarelo (b^*) nota-se predominância da cor amarela sobre a vermelha em todas as barras elaboradas. Os resultados indicaram que a farinha do tegumento e da amêndoa da manga variedade ‘Espada’ pode ser considerada viável para produção de barras de cereais e uma alternativa para o aproveitamento deste resíduo, podendo resultar em um produto mais barato, além de evitar o descarte deste resíduo no ambiente.

REFERÊNCIAS

- 01- SANTOS, A. C. **Avaliação do uso da farinha de casca da manga Tommy Atkins na reologia da farinha de trigo e na aceitabilidade do pão de forma.** 2013. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão-PR.
- 02- PAIVA, A. P. **Estudos tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais.** 2008. 143f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG.
- 03- FLORÊNCIO, I. M.; SOUZA, M. R.S.; GONDIM, S. S. R.; CAVALCANTI, M. T.; FLORENTINO, E. R. Farinha do caroço da manga como ingrediente na elaboração de produtos de panificação. In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia UEPB, 1, **Anais...** Campina Grande, 2012.

- 04- TORRES, E. R. **Desenvolvimento de barras de cereais formuladas com ingredientes regionais**, 2009. 78p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Tiradentes. Aracaju-SE.
- 05- IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. IV - Edição. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.
- 06- SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, p.3733-3740, 2016.
- 07- COSTA, E.B.; SILVA, D. C.; MONTEIRO, P. S.; ALMEIDA, M. E. F.; Elaboração e análise sensorial de barras de cereais com farinha da casca de maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.18, n.3, p.243-254, 2016.
- 08- LEITE, M.L.S. **Elaboração de barras de cereais com farinha da casca da banana**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal do Maranhão. Imperatriz-MA.
- 09- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. Resolução nº 263 de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005.
- 10- TAKEUCHI K. P. S.; CUNHA R. L. Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.1, p.78-85.2005.
- 11- SILVA, M.O.; BAPTISTA, A. T. A.; CAMACHO, F. P.; BERGAMASCO, R.; VIEIRA, A. M. S.; AMBROSIO-UGRI, M. C. B. Elaboração de barra de cereal utilizando resíduo de extrato de soja com adição de pó de casca de noz-pecã. **Revista Tecnológica**, n.1. Edição Especial, p. 247-255, 2015.
- 12- ARÉVALO-PINEDO, A.; AREVALO, Z. D. S.; BESERRA, N. S.; ZUNIGA, A. D. G.; COELHO, A. F. S.; PINEDO, R. A. Desenvolvimento de barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu (*Orbygnia speciosa*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, p.405-411, 2013.
- 13- SILVA, I. Q.; OLIVEIRA, B. C.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.20, n.2, p.321-329, 2009.
- 14- REINOSO, A. C. L. **Utilização de resíduos de manga Tommy Atkins para elaboração de barras de cereais**. 2017. 82f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão –SE.

- 15- MARQUES, T. R. **Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola: farinhas e barras de cereais**, 2013. 101p. Dissertação. Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG).

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-67>

Capítulo 67

PRODUÇÃO DE CERVEJAS SEM GLÚTEN: UMA REVISÃO

Dhiuliene Martins Ferreira¹; Vânia Silva Carvalho²

¹Estudante do Curso de Tecnologia de Alimentos – IF Goiano; E-mail: dhiuliene.martins@estudante.ifgoiano.edu.br; ² Docente do curso de Tecnologia em Alimentos - Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos. e-mail: vania.carvalho@ifgoiano.edu.br;

Resumo: O presente estudo buscou revisar sobre a produção de cervejas sem glúten e como as pesquisas têm buscado soluções tecnológicas de processos mecânicos, químicos e bioquímicos para a produção de cerveja com baixo teor de glúten ou sem glúten, bem como alternativas na utilização dos insumos normalmente utilizados, como a cevada, o trigo, a aveia e o centeio, combinados ou não com o milho, o arroz ou outros cereais não-maltados, por grãos já conhecidos na produção de alimentos que não contem glúten e que podem ser utilizados na produção da cerveja sem glúten, como o sorgo, a quinoa, o amaranto, o teff e, quando utilizado sozinho, o arroz, para a população que sofre com a condição da doença celíaca, hipersensibilidade ao glúten, outras alergias e, também, pessoas que buscam um estilo de vida saudável. Ainda, o presente trabalho realizou uma breve análise das características mercadológicas das cervejas especiais, neste caso, daquelas que são produzidas para a população celíaca, visando entender a sua viabilidade e crescimento nos próximos anos.

Palavras-chave: Cervejas especiais; Arroz; Sorgo; Doença celíaca

INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) é uma doença que acomete milhões de pessoas em todo o mundo e é conhecida por ser uma forma de intolerância à substância glúten. A intolerância glúten é permanente, caracterizada por atrofia total ou subtotal da mucosa do intestino delgado proximal e consequente má absorção de alimentos em indivíduos geneticamente susceptíveis. O tratamento consiste na introdução de dieta isenta de glúten de forma permanente, devendo-se, portanto, excluir da dieta os seguintes cereais e seus derivados: trigo, centeio, cevada, malte, aveia. A necessidade de esclarecer as causas e as manipulações dietéticas necessárias para o tratamento da DC, aos pacientes e seus familiares mais próximos, levou à criação das associações de celíacos (1).

O glúten é uma mistura heterogênea de proteínas insolúveis ricas em prolina e glutamina, localizadas no endosperma de alguns cereais e, dependendo da origem do grão, as prolaminas são denominadas gliadina, hordeína, secalina e avenina, respectivamente

para trigo, cevada, centeio e aveia (2). A indústria de diversos alimentos tem buscado conferir a estes as propriedades requisitas para o consumo de doentes celíaco e, sendo a cerveja uma bebida muito apreciada e de grande apelo social, também foi alvo desta busca (3).

Apesar de um consumo moderado de cerveja na dieta ser considerado uma atitude saudável sob certas condições, o teor de glúten, proveniente dos maltes e grãos de cevada e trigo dos quais a maioria das cervejas é produzida, torna essa bebida inadequada para consumo por pacientes com doença celíaca. Em busca de resolver o problema em relação ao teor de glúten nas cervejas, por ser bastante tóxico para pacientes celíacos, bem como para o grupo mais amplo de pessoas com intolerância ao glúten, o uso de ingredientes crus sem glúten se mostrou ineficaz na manutenção de textura e sabor ou, ainda, se mostra muito cara para compensar os problemas já mencionados (4).

A cerveja é uma bebida produzida a partir da fermentação de cereais maltados ou não-maltados, embora o uso de não-maltados não seja bem visto pelos fabricantes de cerveja artesanal, uma vez que a cerveja industrializada, por ser feita em grande escala, não utiliza 100% de cevada em sua fórmula e sim outros grãos (milho, trigo, arroz). É entendido que a utilização de outros grãos faz com que a qualidade da cerveja diminua significativamente (3).

Segundo Kleban e Beltramelli (3), o mercado consumidor de cerveja tem apresentado uma notável mudança no comportamento, tem se mostrado mais sofisticado, exigente quanto à qualidade da bebida e disposto a pagar preços acima do mercado convencional por produtos diferenciados, entre os quais destacam-se as cervejas artesanais. Por serem produzidas em pequena escala, por um processo de fermentação relativamente lento e com alguma diferenciação quando comparada com as cervejas comerciais mais populares, as cervejas artesanais têm como foco a qualidade do produto, levando em consideração a qualidade dos seus ingredientes, o que culmina na produção de variados tipos de cerveja, que são cuidadosamente elaboradas conferindo melhor aroma e sabor à bebida.

Com o crescente aumento no consumo de cervejas artesanais e, conforme mencionado, produtos livres de glúten, pode ser detectada uma deficiência no mercado de cervejas sem glúten, levando em consideração a existência de consumidores, sejam eles intolerantes ou não, que podem consumir o produto. A indisponibilidade de cervejas sem glúten no mercado faz com que esses consumidores não obtenham o produto que desejam; os atuais produtores não conseguem atender à demanda existente, pois são poucas as cervejarias que produzem o produto 100% livre de glúten (5).

Ante o exposto, o presente estudo tem como objetivo revisar as atuais tecnologias de produção de cervejas que não contenham glúten, assim como os possíveis substitutos dos ingredientes usuais como trigo, aveia e cevada. Com base nisso, pretende-se mostrar a viabilidade técnica, utilizando outros adjuntos cervejeiros, bem como fazer alguns apontamentos sobre questões econômicas e mercadológicas, apresentando o potencial para conquistar uma fatia do mercado cervejeiro em crescimento que não está sendo tão

explorada e proporcionar aos consumidores um produto que permita o consumo da cerveja, que faz parte de uma tradição de convívio social.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Doença Celíaca e o Glúten

De acordo com a Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil (6) há, no Brasil, cerca de dois milhões de pessoas que sofrem de intolerância ao glúten. Apesar do número expressivo, o diagnóstico é considerado difícil e nem todos os pacientes têm conhecimento do problema. A doença celíaca é incurável e a intolerância ao glúten é permanente e apresenta-se de três formas distintas: clássica, não clássica e assintomática. A forma clássica se inicia logo nos primeiros anos de vida do indivíduo, podendo apresentar sintomas como vômitos, irritabilidade, déficit de crescimento, entre outros. A não clássica se apresenta de forma mais tardia, os sintomas ocorrem de maneira isolada, como esterilidade, osteoporose, constipação intestinal etc. O reconhecimento da forma assintomática se tornou mais fácil com a criação de marcadores sorológicos específicos para a doença celíaca, porém, é altamente recomendado pelos especialistas que se faça uma biopsia do intestino delgado. O único tratamento disponível atualmente para DC é uma dieta restrita, isenta de glúten. Para isto é necessário excluir os seguintes cereais e seus derivados: aveia, trigo, centeio, cevada e malte. Segundo ACELBRA- Associação dos Celíacos do Brasil, a forma clássica da doença é a mais comum em nosso país (7).

Com a prática de uma alimentação isenta de glúten, o alto custo de produtos livres de glúten disponíveis no mercado e sua baixa qualidade nutricional podem incorrer em uma dieta deficiente e que pode ser prejudicial ao paciente celíaco. Pesquisas com o objetivo de desenvolver e avaliar as características químicas de farinhas com isenção de glúten tem sido desenvolvida, podendo ser adicionadas de sementes como gergelim, linhaça, chia e quinoa, conhecidas por seu uso alternativo em relação aos grãos com glúten. Alimentos elaborados com as formulações enriquecidas com sementes apresentaram aumento no teor de proteínas, fibra bruta e minerais, podendo ser considerados como alternativas viáveis e nutritivas para o preparo de alimentos para celíacos (8).

A cerveja é a bebida alcoólica mais consumida no mundo, mas não é indicada para pacientes que sofrem de doença celíaca porque seus principais ingredientes, cevada ou trigo, contêm glúten (9); nesse sentido, considerando que aproximadamente 1% da população mundial é afetada pela DC - além da população que é alérgica ao glúten ou outras proteínas do trigo - o desenvolvimento de cerveja sem glúten é fundamental. Cervejas sem glúten produzidas com materiais alternativos como arroz, sorgo, milho, painço, aveia e pseudocereais (trigo sarraceno, quinoa e amaranto), estão sendo muito estudados nos últimos anos para examinar os efeitos de substituições específicas nas diferentes características da cerveja final para garantir a adequação do seu uso (10).

Adjuntos Cervejeiros

A Instrução Normativa Nº 65 de 2019 do Art. 6º (11), diz que os adjuntos cervejeiros são as matérias-primas que substituem, em até 45% em peso em relação ao extrato primitivo, o malte ou o extrato de malte na elaboração do mosto cervejeiro. Nesses adjuntos cervejeiros são considerados a cevada cervejeira não malteada e os demais cereais malteados ou não-malteados aptos para o consumo humano como alimento.

As cervejas que utilizam adjunto em sua composição são mais refrescantes e leves, apresenta normalmente maior brilho, cor mais clara e saciam menos. O uso de matérias primas diferentes do malte de cevada pode apresentar o benefício de serem acessíveis em regiões não apropriadas à produção de cevada e apresentar características especiais de cor e aroma em novos tipos de bebida. Os adjuntos na produção de cerveja podem ser definidos como qualquer fonte de carboidrato distinto do malte de cevada que contribui com açúcares fermentescíveis para o mosto (12).

Apesar das numerosas vantagens da cevada sobre outros cereais, é possível notar o aumento do interesse pelas pesquisas sobre o uso de cereais tropicais para oferecer bebidas sem glúten que possam ser consumidas pelos doentes celíacos e que possibilitem, também, reduzir os custos de produção. O emprego de adjuntos é uma alternativa viável para a diminuição de custos de cervejarias e a complementação de carboidratos do malte de cevada, desde que não se ultrapassem as quantidades máximas estabelecidas (13,14).

CERVEJAS SEM GLÚTEN

Alternativas De Insumos

Bebidas Gluten Free (GF) produzidas a partir de cereais GF são uma alternativa mais segura em relação aos processos tecnológicos que diminuem o glúten em comparação às bebidas GF produzidas a partir de cereais que possuem o glúten, como teff, milhete, chufa (tigernut), fônio, sorgo, entre outros, consumidos para prevenção e tratamento da doença celíaca e ainda desempenham um papel adicional no organismo além das necessidades nutricionais básicas (10, 15).

Pesquisas recentes na indústria de alimentos têm se concentrado na produção e desenvolvimento de alimentos funcionais com benefícios à saúde e seguros para consumo, tais como os produtos sem glúten. O sorgo, um cereal sem glúten, tem sido usado na produção de produtos sem glúten de sorgo (SGFPs), como pão e outros produtos assados, alimentos infantis, macarrão e cerveja para pessoas com intolerância ao glúten (16).

O sorgo, ao contrário da cevada, é muito bem adaptado às condições semiáridas e subtropicais e uma das vantagens de seu cultivo é que ele pode crescer sob forte estresse ambiental, como a seca, em que os cereais temperados não conseguem se desenvolver. Visando usar o sorgo na produção de cervejas, para aproveitar suas potencialidades, é necessário o conhecimento dos fatores que influenciam na qualidade de seu malte e na mosturação e, assim, tais informações podem ajudar a identificar o impacto sobre o processo geral. Para viabilizar a etapa de fermentação, é necessário conhecer, além do tipo de cultivar, as faixas adequadas de variáveis independentes. Em países da América, o sorgo tem um preço relativamente mais baixo, quando comparado ao da cevada (13).

Quanto ao amaranto, este é um pseudocereal com alto valor nutricional, sendo uma fonte abundante de proteínas facilmente assimiláveis e de alto valor biológico, fibra alimentar, ácidos graxos insaturados, minerais, especialmente ferro e cálcio, e esqualeno. As proteínas do amaranto são compostas principalmente por albumina e globulinas, cuja composição varia de acordo com a espécie de amaranto. O amaranto não contém glúten. Ainda, sementes e brotos de amaranto têm atividade antioxidante significativa devido aos seus níveis de antocianinas e flavonoides. Devido a essas propriedades, o amaranto é amplamente utilizado para projetar e produzir alimentos sem glúten. A cerveja feita com malte de amaranto é levemente turva com uma cor amarela. A estabilidade da espuma não é satisfatória e o gosto da cerveja é muito amargo. Apesar da estabilidade da cerveja ser satisfatória, poucos dados estão disponíveis atualmente sobre a fabricação de cerveja de amaranto. No entanto, sabe-se que o amido de amaranto tem uma alta temperatura de gelatinização e a sacarificação não ocorre completamente, logo, a fabricação de cerveja com malte de amaranto dá uma cerveja final de baixa eficiência com um teor médio de álcool. Porém, seu uso como coadjuvante na cerveja é uma novidade, podendo despertar o interesse do consumidor (10).

O trigo sarraceno ou mourisco é um pseudocereal amplamente empregado na indústria alimentícia, pois não possui glúten, é rico em polifenóis de interesse farmacológico e tem cultivo facilitado e eficiente. O cultivo do grão é explorado em diversas partes do mundo, tendo grande interesse para o mercado de exportação brasileira. Seu uso para produção de cerveja demonstra a versatilidade de aplicações desse insumo, podendo ainda agregar propriedades especiais ao produto final. Observou-se que o trigo sarraceno está inserido no mercado e na academia de forma diversa como, por exemplo, na produção de alimentos e como insumo terapêutico. Em alguns casos, está relacionado à ciência dos alimentos e à biotecnologia; além disso, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas na área de alimentos sem glúten que incluem, dessa forma, a bebida destacada. Estudos recentes demonstram um interesse comercial com o pseudocereal destacando que a academia começa a trazer questões da investigação básica sobre a utilização do trigo sarraceno e outros grãos sem glúten na área de alimentos e farmacêutica. (17).

A quinoa, por sua vez, também é uma alternativa, pois se caracteriza pela composição equilibrada de todos os nutrientes, possui níveis muito elevados de proteína (mas não contém glúten), bem como de gorduras e apresenta um perfil de aminoácidos favorável. Além disso, contém vitaminas, polifenóis e flavonoides. Por essas razões, a quinoa é comumente usada para produzir suplementos dietéticos e alimentos sem glúten (10).

Produção De Cerveja Sem Glúten

De acordo com a Portaria N° 8, de 2014 (18) a cerveja sem glúten é uma cerveja elaborada com cereais não fornecedores de glúten ou que contenha teor de glúten abaixo do estabelecido em regulamento técnico específico.

A Fermentação com malte de amaranto resulta em uma cerveja final de baixa eficiência com um teor médio de álcool, ligeiramente turva e com coloração amarela. A

estabilidade da espuma não é satisfatória e a cerveja resultou num forte amargor; no entanto, a estabilidade da cerveja foi satisfatória. O malte de amaranto ainda consiste em um processo que precisa ser mais desenvolvido para que este grão seja usado na fabricação de cerveja. Por outro lado, seu uso como coadjuvante na cerveja é uma novidade, podendo despertar o interesse do consumidor. Já a produção de malte e cerveja de quinoa também foi investigada por Gumienna (10) em um processo semelhante ao usado na produção de produtos sem glúten, tal como a cerveja de amaranto. Assim como ela, a cerveja de quinoa também é amarela, tem uma leve turvação, boa estabilidade da espuma e sabor considerado aceitável.

Já a fermentação com teff 100% bruto usando a formulação de enzima exógena de α -amilase, β -glucanase, xilanase, proteinase, pululanase e lipase, foi comparada à fermentação com 100% de malte teff. Os atributos de qualidade padrão de cervejas e mostos foram avaliados de acordo com os métodos da European Brewery Convention (EBC) e “Mitteleuropäische Brautechnische Analysenkommision” (MEBAK). O perfil de açúcar e aminoácidos, os compostos voláteis, bem como a avaliação sensorial também foram avaliados. Foi demonstrado que a fermentação com 100% de teff adicionado à formulação enzimática e 100% de malte teff foi possível obter um bom andamento da fermentação e uma qualidade satisfatória da cerveja. A produção de cerveja a partir de teff 100% cru levou a um produto final cuja qualidade sensorial foi descrita como frutada, doce, com pouco corpo. Diferentes qualidades organolépticas foram avaliadas na cerveja malte teff, que era predominantemente maltada com notas de nozes, biscoitos e baunilha (19).

Grãos mais facilmente encontrados, como o arroz, levam à produção de uma cerveja sem glúten através da sua maltagem e o desenvolvimento de uma cerveja de malte de cevada sem glúten recorrendo a uma protease específica denominada “Brewers Clarex”. Nos experimentos de Assunção (20), seus resultados sugerem que é possível produzir uma cerveja de malte de arroz, com a adição de enzimas exógenas para se obter um produto similar à cerveja corrente, uma vez que a maior parte do extrato obtido no mosto foram açúcares não fermentescíveis, levando à obtenção de uma cerveja com um teor alcoólico baixo (2,98% v/v) obtendo-se um grau real de fermentação superior (40,61%) sem, no entanto, alcançar a completa sacarificação do amido (20).

Além dos grãos já mencionados, estudos com sorgo trataram da fabricação e análise de uma cerveja artesanal sem a presença do glúten permitindo, assim, o consumo pela população celíaca e por outros apreciadores de cervejas. A substituição do malte por extrato de sorgo foi viável, e resultou em uma boa atividade das amilases, o que promoveu a obtenção de uma cerveja com alto teor alcoólico (6,53%). Obteve-se uma cerveja pH baixo, indicando acidez no produto final, o que é importante para manter a qualidade do produto. Houve presença dos compostos fenólicos no produto final (12, 21). Outro estudo demonstrou que adicionando *Aspergillus oryzae* ao processo de formação do malte em sorgo, produziu um malte que aumentou o rendimento do mosto e da cerveja (12% mais etanol) em comparação ao malte de sorgo regular, mostrando resultados promissores na produção das cervejas GF (22).

O conhecimento dos fatores que influenciam o processo de maltagem e da etapa de mosturação permite o entendimento necessário do processo de produção de bebidas fermentadas com sorgo. Os fatores que otimizam os parâmetros de qualidade do malte, tais como tempo e temperatura de imersão, de germinação e de secagem, assim como o pH e a temperatura das enzimas, e o apropriado método de mosturação, resumidos na presente revisão, fornecem informações que podem apoiar a escolha do malte de sorgo como substituto do malte de cevada. Considerando-se as vantagens do sorgo, dos pontos de vista agrônomo e alimentar, os estudos já existentes fornecem informações capazes de sustentar a utilização do seu malte para esse fim (13, 21).

Na tabela 1 podemos observar algumas características químicas e sensoriais dos diferentes tipos de matéria-prima: cevada, trigo, milho, arroz, sorgo, trigo sarraceno, quinoa, amaranto e teff.

Tabela 1. Características de diferentes matérias-primas utilizadas para fabricação de cerveja.

Malte	Glúten	Grupo alimentar	Qualidade sensorial	Teor alcoólico	pH	Estilo
Cevada	Presente	Cereal	Leve e com amargor na medida	3,6-5,3	5,2-5,3	Lager
Trigo	Presente	Cereal	Mais refrescantes e apresentam baixo índice de amargor	4-5,5	4,5	Ale
Milho	Ausente	Cereal	Um amargo levemente acentuado	3-8	5,2-5,5	Ale
Arroz	Ausente	Cereal	Levemente frutada, um amargo levemente acentuado	4,3-4,9	4-5	Ale
Sorgo	Ausente	Cereal	Alta turbidez, são estáveis e aceitáveis	2,9-4,6	5-6	Lager
Trigo sarraceno	Ausente	Pseudocereais	Sabor mais forte e amargo.	5,36-5,87	5-9,6	Ale
Quinoa	Ausente	Pseudocereais	Sabor intenso, coloração amarela,	3,6-5,1	6,5-7	Ale

			levemente adocicado e cítrico			
Amaranto	Ausente	Pseudocereais	Ligeiramente turva, cor amarela, pouca estabilidade na espuma e gosto muito amargo	4,6	4,3	Ale
Teff	Ausente	Cereal	Frutada, doce, com pouco corpo	4,68	5,22	Ale

Fonte: (12, 4, 17, 20, 21, 10, 19).

Viabilidade Econômica e de Produção

Nas últimas décadas, o mercado de cervejas artesanais cresceu significativamente, tanto em termos de interesse quanto de variedade de produtos, mas as cervejas artesanais GF ainda são extremamente raras (2). O mercado de cervejas sem glúten vem ganhando força pelo empurrão que as cervejarias artesanais estão dando para o setor. Em 2015, o lançamento das cervejas sem glúten registrou um aumento de 62% e, de acordo com dados da “Global Gluten Free Beer Market”, espera-se um CAGR (taxa de crescimento anual composta) maior que 13,5% até o ano de 2023 levando em consideração o aumento na quantidade de cervejarias e na variedade que vem sendo oferecida. Em uma projeção, o mercado de cervejas sem glúten pode atender 40 milhões de consumidores até 2023 (23).

Há um aumento no número de pessoas que adotam uma dieta sem glúten, evitando certos alimentos ou bebidas por motivos de alergia ou intolerância alimentar. Para a maioria dos consumidores, a crença de que uma dieta sem glúten é mais saudável do que uma dieta contendo glúten não é apoiada por um diagnóstico formal. No entanto, para um pequeno grupo de indivíduos com distúrbio sensível ao glúten, é necessária uma dieta sem glúten por toda a vida, incluindo evitar cerveja (24).

A venda de cervejas sem glúten é um ramo que apresenta certa deficiência, portanto pode-se dizer que ao se realizarem investimentos no setor, pode se acabar obtendo sucesso. Esses pontos podem ser considerados positivos com relação às forças e oportunidades do negócio, porém, também deve ser mencionada a possibilidade de não aceitação por parte do público, tal como em qualquer outro segmento. Segundo Leuzensk (5), o lançamento no mercado de cervejas sem glúten é viável de forma técnica, econômica e mercadológica.

CONCLUSÕES

A respeito da busca por outros meios tecnológicos e alternativa dos insumos utilizados para a produção de cerveja com baixo teor de Glúten ou Gluten-Free (GF), conclui-se que é realmente possível a sua produção, embora parte da indústria cervejeira, normatizações e legislações entendam que a denominação cerveja não possa ser aplicada em alguns casos. Averiguou-se que a produção de cervejas sem glúten é possível usando os grãos comumente utilizados, como a cevada e o trigo que possuem glúten, o milho e o arroz que não possuem glúten, mas também se percebe que houve desenvolvimento de alternativas usando grãos pouco conhecidos no Brasil para esta finalidade, como o sorgo, trigo sarraceno, quinoa, amaranto e teff.

Os diversos estudos obtiveram resultados promissores quanto ao teor alcoólico, sabor, índice de amargor, corpo e coloração, chegando, em alguns casos, a não ser perceptível pelo público consumidor uma notável diferença entre a cerveja tradicional e a cerveja sem glúten. Este movimento, tanto do ponto de vista da saúde das pessoas celíacas, quanto do ponto de vista econômico é importante para o atendimento de considerável parcela da população que busca alternativas para poder consumir a bebida.

REFERÊNCIAS

- (1) SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B. de; e FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: características clínicas e métodos utilizados no diagnóstico de pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil. *Jornal de Pediatria* [online]. v. 77, n. 2, pp. 131-138, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0021-75572001000200014>>. Epub 05 Set 2008. ISSN 1678-4782. <https://doi.org/10.1590/S0021-75572001000200014>.
- (2) FANARI, M; FORTESCHI, M; SANNA, M; ZINELLU M; PORCU, M C; PRETTI, L. Comparison of enzymatic and precipitation treatments for gluten-free craft beers production. In: *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 49, p. 76-81, 2018.
- (3) MENEZES, M. C. R. C. de. Controle de qualidade em uma cervejaria artesanal : análise de contaminantes do processo de fabricação e eficácia do sistema. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia de Alimentos. Garanhuns/PE. 2019.
- (4) ALBANESE. L, CIRIMINNA, R, MENEGUZZO. F, PAGLIARO. M. Gluten reduction in beer by hydrodynamic cavitation assisted brewing of barley malts. In: *LWT - Food Science and Technology*, v. 82, p. 342-353, 2017.
- (5) LEUZENSK, L. Análise de Viabilidade da Produção e Venda de Cervejas sem Glúten. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa/PR. 2019.
- (6) FENALCEBRA. Milhões têm doença celíaca, mas o diagnóstico é difícil. 2015. In: FENALCEBRA-Notícias. Disponível em: <<http://www.fenacelbra.com.br>>

/fenacelbra/blog/2015/11/28/milhoes-tem-doenca-celiaca-mas-o-diagnostico-e-dificil/>. Acesso em 19 jun. 2021.

- (7) CUNHA, E.; SOUZA, F.; SILVA, G.; PEREIRA, I.; OLIVEIRA, I.; ANJOS, M.; GOMES, N.; SOUZA, F.; ROCHA, V.A. Produção de Cerveja sem Glúten. (Gluten Free Beer Production). 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/340950631_PRODUCAO_DE_CERVEJA_SEM_GLUTEN_Gluten_Free_Beer_Production>. Acesso em: 19 jun 2021.
- (8) SÁ, J. A. B. G.; PIRES, C. R. F.; SANTOS, V. F. Alimentos para celíacos: desenvolvimento e avaliação nutricional de misturas de farinhas sem glúten. *Brazilian Journal of Food Research*, disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/>> rebrapa, Campo Mourão, v. 10, n. 2, p. 15-28, abr./jun. 2019.
- (9) KLUSENER, A. da S., et al. Utilização do Sorgo na Produção de Cerveja Artesanal sem Glúten: Uma Revisão Sistemática da Literatura. 2020. Disponível em: <<https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Cippus/article/view/7643>>. Acesso em: 27 abr. 2021.
- (10) GUMIENNA, M., GÓRNA, B. Gluten Hypersensitivities and their impact on the Production of Gluten-Free Beer. In: *Eur. Food Res. Technol.* 246, p. 2147–2160, 2020.
- (11) Instrução Normativa Nº 65, De 10 De Dezembro De 2019. A MINISTRA DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, inciso II, da Constituição, tendo em vista o disposto no art. 130, do Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, no Termo de Acordo homologado pelo Juízo da 4ª Vara Federal da Seção Judiciária do Estado de Goiás nos autos da Ação Civil Pública nº 23733-44.2016.4.01.3500 e o que consta dos Processos nº 21000.008696/2012-34 e 21000.040233/2017-71.
- (12) MARTINS, E. H.; BOTELHO, R. B. Produção de Cerveja Artesanal de Sorgo sem Glúten com Adjuvante de Pitanga e Mel. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Biotecnologia). Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados /MS. 2017.
- (13) RODRÍGUEZ, Y. B.; AGUILAR, I. G.; SILVA, J. B. de A. e. Use of Sorghum Malt in Brewing: review. *Braz. J. Food Technol.*, v. 21, e2017198, 2018.
- (14) PAYÁ, A. L.; et al. Produção e Caracterização de Cerveja Artesanal Adicionada de Aveia (Avena sativa). *Revista Engenharia em Ação UniToledo, Araçatuba, SP*, v. 04, n. 02, p. 52-66, jul./dez. 2019.
- (15) OLAWOYE, B., et al. Celiac Disease Management through Gluten-Free Diets. In: *Online First, TechOpen*, DOI: 10.5772/intechopen.95762. Disponível em:

<https://www.intechopen.com/online-first/ceeliac-disease-management-through-gluten-free-diets>. 2021. Acesso em 28 abr. 2021.

- (16) ADIAMO, O. Q.; FAWALE, O. S.; OLAWOYE, B. Recent trends in the formulation of gluten-free sorghum products. *Journal of Culinary Science & Technology*, v. 16, n. 4, p. 311-325, 2018.
- (17) BRASIL, V. C. B.; EVARISTO, R. B. W.; GUIMARÃES, B. P.; GHESTI, G. F. Estudo prospectivo e tecnológico do trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) com ênfase na produção de cerveja. *Cadernos de Prospecção*. ISSN: 2317-0026. v. 12, n. 5 Especial. 2019.
- (18) Portaria Nº 8, De 17 De Janeiro De 2014. O SECRETÁRIO DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO MINISTÉRIODA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, no uso das atribuições que lhe conferem os arts. 10 e 42 do Anexo I do Decreto nº 7.127, de 4 de março de 2010, tendo em vistao disposto no Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamentaa Lei nº 8.918, de 4 de setembro de 1994, e o que constado Processo nº 21000.008696/2012-34.
- (19) DI GHIONNO, L.; SILEONI V.; MARCONI, O.; DE FRANCESCO, G.; PERRETTI G. Comparative study on quality attributes of gluten-free beer from malted and unmalted teff. In: Elsevier. *LWT*, v. 84, ISSN 0023-6438, p. 746-752, 2017.
- (20) ASSUNÇÃO, R. F. R. Desenvolvimento de uma cerveja sem glúten. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) Instituto Superior de Agronomia. Universidade de Lisboa. Lisboa/Portugal. 2018.
- (21) BOFFILL RODRÍGUEZ, Y. Emprego do malte de sorgo na produção de bebidas fermentadas sem glúten com baixo teor alcoólico. 2019. 147 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena/SP. 2019.
- (22) RUBIO-FLORES, M.; GARCÍA-ARELLANO, A.R.; PEREZ-CARRILLO, E.; et al. Use of *Aspergillus oryzae* during sorghum malting to enhance yield and quality of gluten-free lager beers. *Bioresour. Bioprocess.* v. 7, n. 40. 2020.
- (23) MORE, A. Global Gluten Free Beer Market Growth 2021 with Top Countries Data and Covid-19 Analysis to Showing Impressive Growth by Industry Trends, Share, Size, Top Key Players Analysis and Forecast Research. 2021. Disponível em: <<https://www.marketwatch.com/press-release/global-gluten-free-beer-market-growth-2021-with-top-countries-data-and-covid-19-analysis-to-showing-impressive-growth-by-industry-trends-share-size-top-key-players-analysis-and-forecast-research-2021-04-27>>. Acesso em 02 mai. 2021.
- (24) TANNER, G. J.; COLGRAVE, M. L.; HOWITT, C. A. Gluten, Celiac Disease, and Gluten Intolerance and the Impact of Gluten Minimization Treatments with

Prolylendopeptidase on the Measurement of Gluten in Beer. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 72:1, 36-50, 2018.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-68>

Capítulo 68

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE CAFÉ NO SETOR DE COSMÉTICOS: REVISÃO

Giulia Martins Pereira Belo¹; Laís Silva de Lima²; Jeniffer Ferreira de Miranda³; Adriene Ribeiro Lima⁴

¹Estudante do Curso de Farmácia, Universidade Federal Fluminense – UFF, giuliabelo@id.uff.br; ²Estudante do Curso de Nutrição da UFF, lais_lima@id.uff.br; ³Mestre em Ciências aplicadas a produtos para a saúde pela UFF, jenifferfm@id.uff.br; ⁴Docente do Departamento de Bromatologia da Faculdade de Farmácia da UFF; adrianelima@id.uff.br

Resumo: O café é um importante produto agrícola mundial, por ser uma das bebidas mais consumidas no mundo. O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo. Após a colheita do café, ocorre seu processamento, que gera uma grande quantidade de resíduos, ricos em compostos químicos com propriedades benéficas para a saúde humana. No entanto, estes mesmos resíduos quando descartados de forma inadequada representam uma importante fonte de contaminação ao meio ambiente. Uma forma de minimizar os impactos destes resíduos ao meio ambiente, é o seu aproveitamento em diversos setores da indústria, em especial o setor de cosméticos. Os diferentes tipos de resíduos gerados pelo processamento do café por serem ricos em compostos bioativos, com propriedades antioxidantes, podem ser utilizados para compor diversas formulações de produtos cosméticos. O aproveitamento destes resíduos constitui não só uma ação sustentável, mas também uma vantagem econômica. Esta revisão teve como objetivo caracterizar os principais resíduos provenientes do processamento do café, bem como a sua aplicação no setor de cosméticos.

Palavras-chave: antioxidante; borra de café; compostos bioativos

INTRODUÇÃO

O café é um produto agrícola de grande importância econômica, pois é uma das bebidas mais consumidas no mundo. O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, possuindo um parque cafeeiro de 2,4 milhões de hectares (1). Existem mais de 100 espécies conhecidas da planta de café, mas somente 10 são cultivadas em todo o mundo, duas delas são consideradas as mais importantes por corresponder mais de 90% da população mundial: *Coffea arabica* L.; conhecida como arábica e *Coffea canephora* Pierre, conhecida como robusta ou conilon (2,3).

Sabe-se que os grãos de café contêm vários compostos químicos com propriedades que conferem benefícios a saúde, como compostos fenólicos, melanoidinas, diterpenos, xantinas e precursores de vitaminas. Estes compostos bioativos são sugeridos

como potencialmente quimioprotetores, principalmente devido as suas propriedades antioxidante e quelante de metais. Devido às propriedades antioxidantes, estes compostos podem fornecer proteção *in vivo* contra danos de radicais e auxiliar na redução do risco de doenças degenerativas associadas ao estresse oxidativo (4).

O fruto do café conhecido como cereja, quando no estágio de maturação completa, apresenta uma pele exterior ou pericarpo, com coloração verde quando imaturo que ao maturar fica vermelho ou amarelo, dependendo da espécie. (5). Anatomicamente, o fruto do café possui pericarpo, que cobre o tecido fibroso, amarelado e macio chamado de polpa ou mesocarpo externo, seguido por uma camada translúcida de mucilagem fina, viscosa e altamente hidratada. Sobre o grão de café (endosperma) há um endocarpo fino amarelado também chamado de pergaminho e a camada prateada reveste cada hemisfério do grão (6,7,5).

As vias de processamento nas quais os frutos de café podem ser submetidos são conhecidas como via seca, via semiúmida ou semisseca e via úmida. Nos países produtores de café os subprodutos e resíduos gerados durante o processamento do grão constituem uma importante fonte de contaminação ambiental por possuírem alto teor de cafeína, fenóis livres e polifenóis, como os taninos, os quais são altamente tóxicos para muitos processos vitais na natureza (8). Neste contexto, o aproveitamento destes resíduos constitui não só uma vantagem comercial, mas também uma ação de proteção ao meio ambiente. Esta revisão teve como objetivo caracterizar os principais resíduos provenientes do processamento do café, bem como a sua aplicação no setor de cosméticos.

PROCESSAMENTO DO CAFÉ

Após a colheita, o fruto de café passa pela etapa de processamento, para extração dos grãos, que pode ser pelas vias seca, semiúmida e úmida. Na via seca, logo após a colheita os frutos são distribuídos em terreiros abertos ou em secadores mecânicos, na sua forma íntegra. Após a secagem e separação da polpa dos grãos pelo encolhimento do pergaminho, os frutos são descascados, obtendo-se os grãos de café (7). Na via semiúmida ou semisseca, os frutos passam por um processo de lavagem sendo separados de acordo com seus estágios de maturação. Uma vez separados, por meio do uso de equipamentos de desintegração, os frutos cereja ainda em contato direto com a água, são descascados. Estes frutos descascados, contendo o mesocarpo são submetidos à secagem (9).

Na via úmida, a etapa de separação dos frutos e a remoção das cascas descritas acima são realizadas. O mesocarpo dos frutos descascados é removido por processo mecânico ou fermentativo controlado empregando a biota naturalmente presente. E estes frutos são então submetidos à secagem (9,7). Após a extração da casca e da polpa, os grãos crus (verdes) são submetidos ao processo de torração que consiste em submeter o grão a elevada temperatura, fazendo com que sua umidade chegue a 3% (10).

COMPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS E APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA COSMÉTICA

A composição química dos resíduos sólidos do café já foi descrita na literatura de acordo com os tipos de processamento. Na via úmida, a casca/ polpa do café representa 45% do fruto fresco e contêm 35 – 85% de carboidratos, 30,8% de fibra solúvel, 3 – 11% de minerais, 5 – 11% de proteínas. Também apresentam na sua composição química

taninos (3 – 9%) e cianidinas (20%) (5,11). A técnica de extração de mel e obtenção de farinha desses resíduos (cáscara) foi patenteada para uso em cosméticos (10).

O pergaminho constitui aproximadamente 5,8% do peso do fruto de café em base seca, é removido após secagem e descascamento no processo por via úmida, composto por α -celulose (40 – 49%), hemicelulose (25 – 32%), lignina (33 – 35%) e minerais (0,5 – 1%) (5,11). É relatado na literatura que o pergaminho é uma ótima opção para ser utilizado em embalagens sustentáveis (10).

Na produção de café expresso e de diversos tipos de cafés filtrados são gerados resíduos sólidos comumente chamados de borra. Apesar da literatura trazer inúmeras formas de aproveitamento, na prática, a borra ainda continua sendo descartada sem valor comercial. Uma alternativa atraente e viável é a sua utilização como ingrediente para formulação de cremes (4).

O aumento no consumo de cápsulas de café expresso, levou conseqüentemente a um aumento na geração de borra de café. O óleo extraído a partir da borra proveniente de cápsulas apresenta propriedades antioxidantes. Na indústria cosmética, esse óleo é aplicado para hidratar, lubrificar e melhorar a textura da pele, por meio da regeneração da camada hidrolipídica e também como protetor solar por apresentar propriedades de proteção contra a radiação ultra violeta (UV) (12,13).

Outros tipos de resíduos podem ser aproveitados, como é o caso da película prateada (*coffee silverskin*), o principal subproduto da torração do café. A película prateada é um tegumento fino da camada externa do grão de café verde, obtido como resíduo do processo de torra do café (9,11). É constituída principalmente por celulose (24%) e hemicelulose (17%) (9), alto teor de fibra dietética (68 – 80%), polissacarídeos (60 – 70%), 1,6 – 12% de açúcares totais, 16 – 19% de proteínas, 2 – 3% de lipídeos, 5 – 7% de cinzas, as quais contêm minerais como potássio, cálcio, magnésio e ferro (9,5,11). Os extratos obtidos da película prateada são ricos em compostos com atividade antioxidante e propriedades antienvhecimento como os ácidos clorogênicos e a cafeína. Estudos mostram que a película prateada é uma matéria-prima viável para compor a formulação de cremes para mãos, por exemplo (13).

CONCLUSÃO

Conclui-se que o aproveitamento dos resíduos sólidos do processamento do café no setor de cosméticos se mostra altamente indicado e promissor diante da constituição rica em compostos de interesse comercial. Os estudos demonstram que esses resíduos podem ser utilizados na indústria cosmética na elaboração de embalagens, produtos para rejuvenescimento, hidratação e bloqueio de radiação UV.

AGRADECIMENTOS

FAPERJ, CNPq e Capes pelo incentivo financeiro.

REFERÊNCIAS

1. USDA. Foreign Agricultural Service. Global Agricultural Information Network – Coffee Annual. 2018.

2. ABIC. Estatísticas. [Internet]. 2021 [acesso em Disponível em: 2021 Out 28] <http://abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-cafe-2018/>.
3. Ivoglo MG, Fazuoli LC, Oliveira ACB, Gallo PB, Mistro JC, Silvarolla MB, Toma-Braghini M. Divergência genética entre progênes de café robusta. *Bragantia*, 2008; 67:823-831.
4. Panusa A, Zuorro A, Lavecchia R, Marrosu G, Petrucci R. Recovery of Natural Antioxidants from Spent Coffee Grounds. *J. Agric. Food Chem*, 2013; 61:4162-4168.
5. Esquivel P, Jiménez VM, Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Res. Int.* 2012; 46:488–495.
6. Belitz HD, Grosch W, Schleberle P. *Food Chem.* 4.ed. Verlag Berlin Heidelberg: Springer;2009.
7. Bondesson E. A nutritional analysis on the by-product coffee husk and its potential utilization in food production. Independent Project in Food Science [Dissertação de Mestrado]. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. 2015.
8. Murthy OS, Naidu MM. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review. *Resour, Conserv Recycl.*2012;66:45–58.
9. Durán CAA, Tsukui A, Santos FKF, Martinez ST, Bizzo HR, Rezende CM. Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida. *Rev. Virtual Quim.* 2017; 9:107-134.
10. Iriondo-DeHond A, Iriondo-DeHond M, Castillo MD. Applications of Compounds from Coffee Processing By-Products. 2020.
11. Iriondo-DeHond A, Mesa MD. Coffee By-Products. In A. Farah (Ed.), *Coffee: Chemistry, Quality and Health Implications*. Oxfordshire: Royal Society of Chemistry. 2018.
12. Page JC, Arruda NP, Freitas SP. Crude ethanolic extract from spent coffee grounds: Volatile and functional properties. *Waste Management.* 2017; 69:463 469.
13. Rodrigues F, Gaspar C, Palmeira-de-Oliveira A, Sarmiento B, Amaral HM, P. P. Oliveira, M. B. Application of Coffee Silverskin in cosmetic formulations: physical/antioxidant stability studies and cytotoxicity effects. *Drug Dev. Ind. Pharm.* 2015; 42:99–106.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-69>

Capítulo 69

PRODUÇÃO DE LIPOSSOMAS ALIMENTÍCIOS UTILIZANDO A TÉCNICA DE INJEÇÃO DE ETANOL

Matheus da Silva Mourão¹; Mariana Vilar Castro da Veiga de Mattos²; Mariano Michelin³;
Janaína Fernandes de Medeiros Burkert⁴

¹Estudante do Curso de Engenharia Bioquímica - EQA – FURG; E-mail: matheusmourao21@gmail.com,

²Mestranda/pesquisador do PPGECA - EQA – FURG; E-mail: marianavcvmattos@gmail.com,

³Docente/pesquisador da EQA – FURG; E-mail: michelonmariano@gmail.com,

⁴Docente/pesquisador da EQA – FURG; E-mail: jfmb@furg.br

Resumo: Os lipossomas são vesículas nanométricas constituídas por fosfolipídios, que possuem como característica principal a capacidade de promover o encapsulamento de compostos tanto hidrofóbicos quanto hidrofílicos, uma vez que, internamente, possuem dois compartimentos internos - um de natureza apolar e outro polar. Os lipossomas podem variar conforme as diferentes técnicas que podem ser utilizadas para sua obtenção, assim como, pela concentração do fosfolipídio empregado durante o seu preparo. No trabalho em questão, foi aplicada a técnica de injeção de etanol estudando o efeito da variação da concentração de lecitinas de soja na fase etanólica (100 mM, 150 mM e 200 mM) para três diferentes lecitinas de soja (S45, S75 e S100). Os lipossomas obtidos foram caracterizados quanto ao seu diâmetro hidrodinâmico médio (D_H), potencial- ζ , e índice de polidispersidade (IPd). A maior concentração de lecitina de soja na fase etanólica (200 mM) e a maior pureza (S100) resultaram em lipossomas com maior D_H , variando de $221,0 \pm 13,3$ nm (Lipoid S45), $399,7 \pm 23,9$ nm (Lipoid S75) e $720,1 \pm 105,0$ nm (Lipoid S100). A concentração da fase etanólica influenciou o IPd ($0,146 \pm 0,06$ a $0,498 \pm 0,01$), exceto para a lecitina S45. Os lipossomas com maior estabilidade eletrostática foram obtidos utilizando as lecitinas S45 (200 mM) e S75 (150 e 200 mM), e com maior potencial de agregação utilizando lecitina S100 em todas as concentrações. Portanto, foi possível analisar o efeito da concentração no D_H , potencial- ζ e IPd dos lipossomas para todas as concentrações de lecitina testadas.

Palavras-chave: dispersão; fosfolipídios; potencial- ζ

INTRODUÇÃO

Os lipossomas são sistemas metaestáveis, portanto a maior limitação para sua utilização é a tendência de agregação em função do tempo, além da possibilidade de ruptura da bicamada fosfolipídica e a liberação prematura dos compostos bioativos encapsulados. Uma alternativa para elevar a estabilidade coloidal é promover a repulsão eletrostática entre as vesículas com emprego de fosfolipídios aniônicos, como os

presentes minoritariamente em lecitinas de soja, como o ácido fosfatídico e o fosfatidilglicerol. Além disso, lecitinas naturais de soja, que são utilizadas largamente como emulsificantes na indústria de alimentos, apresentam custam aproximadamente 20% do valor de fosfolipídios purificados, que são normalmente empregados em aplicações farmacêuticas (1), contribuindo para minimização de custos com o processo.

Os métodos de preparação de lipossomas são numerosos e levam à formação de vários tipos de vesículas que diferem entre si pelo tamanho, estrutura e capacidade de encapsulação. De acordo com o método, é possível obter vesículas multi ou unilamelares (2). Uma vez que a produção em escala industrial de lipossomas tornou-se realidade, a gama de métodos de preparação foi estendida por uma série de técnicas (3).

O método de injeção de etanol foi descrito pela primeira vez em 1973 (4), utilizando uma solução etanólica contendo fosfolipídios sendo injetada em uma solução aquosa, ambas as fases (aquosa e orgânica) entram em contato, ocorrendo mudanças na solubilidade do lipídio, resultando na formação de fragmentos de bicamadas lipídicas, que se auto-organizam formando os lipossomas, por meio de agitação associada ao processo (5). Destacando-se, portanto, como um método simples, de fácil aplicação e passível de escalonamento. Assim, este trabalho teve como objetivo a produção de lipossomas por meio da técnica de injeção de etanol.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Produção dos lipossomas

Para produção dos lipossomas foram adquiridas lecitinas de soja desengorduradas com diferentes teores de fosfatidilcolina (45, 70 e 95% m m⁻¹, comercialmente denominadas Lipoid S45, Lipoid S75 e Lipoid S100, respectivamente). A produção de lipossomas foi realizada através do método de injeção de etanol, conforme metodologia proposta por Michelson et al. (2016) (6). Para realização desse processo uma dispersão etanólica contendo os fosfolipídios (5 mL) foi injetada em solução aquosa (45 mL) através de bomba peristáltica a uma vazão de alimentação de 10 mL min⁻¹, com agitação mecânica e temperatura mantidas constantes em 500 rpm e 40 °C, respectivamente. Após a alimentação completa da dispersão orgânica contendo os fosfolipídios, a dispersão aquosa final contendo os lipossomas formados foi refrigerada a 8 °C para consolidação das estruturas formadas e sua posterior caracterização.

2. Caracterização dos lipossomas

2.1 Distribuição do tamanho de partículas

O diâmetro hidrodinâmico médio e a distribuição de tamanhos dos lipossomas foram determinados por espalhamento de luz dinâmico, através da técnica de Espectroscopia de Correlação de Fótons utilizando o equipamento Zetasizer Nano-ZS (Malvern Instruments, Reino Unido). A obtenção dos dados e o *software* do equipamento permitem a determinação do diâmetro hidrodinâmico através da Equação de Stokes-Einstein e a obtenção de uma distribuição de tamanho de partículas ponderada em termos de intensidade de luz espalhada.

2.2 Potencial- ζ

O potencial elétrico dos lipossomas foi avaliado em termos de valores de potencial- ζ . A determinação do potencial- ζ dos lipossomas foi realizada utilizando o equipamento Zetasizer Nano-ZS (Malvern Instruments, Reino Unido). A mobilidade eletroforética foi obtida através da técnica de *Laser Doppler Velocimetry* (LDV), que faz uso da relação existente entre a velocidade e o espalhamento de luz promovido pelas partículas dispersas no meio. Para conversão das medidas de mobilidade eletroforética em valores de potencial- ζ foi utilizado o modelo matemático proposto por Smoluchowski.

3. Análise estatística

Os ensaios foram realizados em triplicata ($n = 3$), sendo os resultados submetidos à análise de variância (ANOVA) para estimar a diferença entre parâmetros estatísticos e quando necessário as diferenças entre as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os lipossomas foram obtidos através do método de injeção de etanol em três diferentes concentrações de lecitina de soja na fase etanólica (100, 150 e 200 mM) utilizando as três diferentes lecitinas de soja (S45, S75 e S100), sendo caracterizados quanto à distribuição de tamanho de partículas, potencial- ζ , pH e índice de polidispersidade das dispersões lipossomais. A Tabela 1 apresenta o diâmetro hidrodinâmico (D_H), índice de polidispersidade (IPd), valores de potencial- ζ e pH, representando suas variações quando utilizadas lecitinas em diferentes concentrações.

Tabela 1 - Influência da concentração (100, 150 e 200 mM) e das diferentes lecitinas de soja (S45, S75 e S100) no diâmetro hidrodinâmico médio (D_H), no índice de polidispersidade (IPd), potencial- ζ (mV) e pH dos lipossomas produzidos.

		S45	S75	S100
100 mM	D_H (nm)	150,3±19,7 ^{bB}	111,3±7,9 ^{cB}	281,9±19,0 ^{bA}
	IPd	0,302±0,02 ^{aA}	0,416±0,05 ^{abA}	0,146±0,06 ^{bb}
	Potencial- ζ (mV)	-35,3±1,6 ^{cB}	-39,8±0,3 ^{bA}	-9,5±1,8 ^{aC}
	pH	4,67±0,12 ^{cB}	5,25±0,28 ^{cA}	5,36±0,20 ^{bA}
150 mM	D_H (nm)	172,8±12,2 ^{bB}	205,2±15,1 ^{bB}	573,2±42,0 ^{aA}
	IPd	0,316±0,08 ^{aA}	0,325±0,01 ^{bA}	0,226±0,02 ^{abA}
	Potencial- ζ (mV)	-59,6±0,9 ^{bA}	-50,9±0,8 ^{aB}	-7,1±0,5 ^{aC}
	pH	6,04±0,03 ^{aB}	6,76±0,05 ^{aA}	6,64±0,09 ^{aA}
200 mM	D_H (nm)	221,0±13,3 ^{aC}	399,7±23,9 ^{aB}	720,1±105,0 ^{aA}
	IPd	0,312±0,02 ^{aB}	0,498±0,01 ^{aA}	0,416±0,08 ^{aAB}
	Potencial- ζ (mV)	-78,1±5,5 ^{aA}	-57,3±4,7 ^{aB}	-7,1±1,5 ^{aC}
	pH	5,13±0,06 ^{bb}	6,29±0,05 ^{bA}	6,24±0,08 ^{aA}

Fonte: Os autores

Médias \pm desvio padrão ($n=3$). Letras minúsculas distintas na coluna para uma mesma lecitina indicam diferenças significativas ($p<0,05$) entre as concentrações. Letras maiúsculas diferentes na linha para uma mesma concentração representam diferenças significativas ($p<0,05$) entre os tipos de lecitina.

É possível verificar que as lecitinas avaliadas apresentaram comportamento distinto quanto ao incremento da concentração de cada lecitina de soja na fase etanólica em relação ao D_H dos lipossomas obtidos. No entanto, para todas as lecitinas foram obtidos na maior concentração de lecitina de soja em fase etanólica (200 mM) o maior valor de D_H . Para lecitina Lipoid S45 à 100 mM e 150 mM ($150,3 \pm 24,1$ nm e $172,8 \pm 12,2$ nm), não ocorreram diferenças significativas ($p > 0,05$) em termos de D_H . Com o aumento da concentração ocorreu um incremento significativo ($p < 0,05$) deste parâmetro para a lecitina Lipoid S75. Para lecitina Lipoid S100 a 150 mM e 200 mM ($573,2 \pm 42,0$ nm e $720,1 \pm 105,0$ nm, respectivamente) também não ocorreram diferenças significativas ($p > 0,05$) em termos de D_H . Para as concentrações de 100 mM e 150 mM, os ensaios com a lecitina de soja Lipoid S100 ($281,9 \pm 19,0$ nm e $573,2 \pm 42,0$ nm, respectivamente) apresentou uma diferença significativa ($p < 0,05$) no D_H quando comparada com as demais lecitinas (Lipoid S45 e S75). Por outro lado, para a maior concentração (200 mM) o aumento do teor de fosfatidilcolina proporcionou um incremento significativa no D_H ($p < 0,05$).

Para uma mesma lecitina o IPd foi geralmente influenciado pela concentração, exceto para a lecitina S45 que não sofreu influência de nenhuma das concentrações estudadas. Os valores de IPd para a lecitina Lipoid S75 e S100, apresentou comportamento diferente. Para lecitina Lipoid S75 à 100 mM e 150 mM ($0,416 \pm 0,05$ e $0,325 \pm 0,01$), não ocorreram diferenças significativas ($p > 0,05$) assim como entre 100 mM e 200 mM ($0,416 \pm 0,05$ e $0,498 \pm 0,01$). Para lecitina Lipoid S100 o aumento da concentração de 100 mM para 150 mM ($0,146 \pm 0,06$ e $0,226 \pm 0,02$) ou o incremento de 150 mM para 200 mM ($0,226 \pm 0,02$ e $0,416 \pm 0,08$), não influenciaram o IPd. Esse parâmetro representa quanto o diâmetro médio dos lipossomas observado se afasta do valor médio, sendo avaliado através de uma escala que varia de 0 a 1, considerando que valores abaixo de 0,1 representam uma população de lipossomas com elevada homogeneidade (7). Neste trabalho todas as distribuições de tamanho referentes as dispersões de lipossomas foram monomodais (dados não apresentados).

A influência do aumento da concentração de lecitina no aumento do D_H pode ser explicada pelo processo de formação dos lipossomas, o qual envolve um processo de difusão de etanol em meio aquoso. Durante o processo de obtenção das vesículas, ocorre a formação de fragmentos em bicamadas, o que caracteriza uma resistência adicional à transferência de massa por difusão do álcool para o meio aquoso. Sendo assim, uma alta concentração de fosfolipídios na dispersão etanólica ocasionará uma difusão lenta do álcool, levando os fragmentos de bicamadas a se agregarem de forma descontrolada e, por isso, ocorre a formação de vesículas maiores com maior polidispersidade (8).

Os diâmetros das nanovesículas dependem da velocidade de agitação e da concentração lipídica na fase orgânica (9). A influência da concentração final de lipídios em lipossomas carregados de β -caroteno pelo método de injeção de etanol também foi estudada verificando-se que quanto maior a concentração lipídica, maiores foram os valores de D_H , sendo observados valores de 92,7 nm para uma concentração de 6 mM e 245,8 para uma concentração de 11,36 mM, o mesmo foi observado para o IPd, sendo observados valores de 0,226 para uma concentração de 6 mM e 0,439 para uma concentração de 10 mM (10). Além disso, em outro trabalho as características dos lipossomas obtidos pelo método de injeção de etanol foram estudadas e conforme diminuía a proporção lipídio/etanol, ocorria a produção de lipossomas com menores diâmetros (11), resultados similares ao observado no presente trabalho.

Através dos valores de potencial- ζ e pH é possível afirmar que os lipossomas com maior estabilidade eletrostática foram obtidos utilizando as lecitinas S45 e S75 em 150 mM e 200 mM, sendo ambos diferentes estatisticamente ($p < 0,05$). Já os lipossomas com maior potencial de agregação foram encontrados utilizando lecitina S100 em todas as concentrações, podendo explicar também os maiores valores de D_H . Esse resultado pode ser justificado pelo fato da lecitina S100 ser composta majoritariamente de fosfatidilcolina, um fosfolípido zwitteriônico, levando a formação de um sistema lipossomal com baixa repulsão eletrostática. Uma partícula dispersa em meio aquoso tende a adquirir uma carga elétrica superficial, geralmente resultante das mudanças na interface com o meio de dispersão. O potencial- ζ é um indicador importante para medir essa carga, tendo em vista que é usado para prever e controlar a estabilidade eletrostática das suspensões coloidais. Para que se tenha uma suspensão estável eletrostaticamente, é necessário que os valores de potencial- ζ sejam elevados (em módulo) para que não ocorra agregação das partículas (12).

CONCLUSÕES

Conforme apresentado pelos resultados, a concentração e tipo de lecitina utilizada influencia tanto no diâmetro hidrodinâmico (D_H), quanto no índice de polidispersidade (IPd). A influência do aumento da concentração de lecitina do D_H pode ser explicada pelo processo de formação dos lipossomas, o qual envolve um processo de difusão do etanol em meio aquoso. Durante o processo de obtenção das vesículas, ocorre a formação de fragmentos em bicamadas lipídicas, o que caracteriza uma resistência adicional à transferência de massa por difusão de álcool para o meio aquoso. Sendo assim, uma dispersão etanólica com alta concentração de fosfolípidios ocasionará uma difusão lenta do álcool, levando a formação de fragmentos de bicamadas que se agregaram de forma descontrolada, por conta de uma instabilidade termodinâmica que há nas extremidades das mesmas, e ocorre a formação de vesículas maiores com maior polidispersidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos órgãos de fomento CNPQ, FAPERGS (Processo N° 21/2551-0000600-5) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001. A Universidade Federal do Rio Grande – FURG e a Escola de Química e Alimentos – EQA pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS

1. Yokota, D; Moraes, M; Pinho, SC. Characterization of lyophilized liposomes produced with non-purified soy lecithin: a case study of casein hydrolysate microencapsulation. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 2012;29:325-335.
2. Pierri, EG; Gremião, MPD. Métodos de preparação de lipossomas. *Infarma - Ciências Farmacêuticas*. 1999;11:9-10.

3. Lauouini, A; Maalej-Jaafar, C; Blouza-Limayem, I; Sfar, S; Charcosset, C; Fessi, H. Preparation, Characterization and Applications of Liposomes: State of the Art. *Journal of Colloid Science and Biotechnology*. 2012;1:147-168.
4. Batzri, S; Korn, ED. Single bilayer liposomes prepared without sonication. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1973;298:1015-1019.
5. Justo, OR; Moraes, AM. Analysis of process parameters on the characteristics of liposomes prepared by ethanol injection with a view to process scale-up: Effect of temperature and batch volume. *Chemical Engineering Research and Design*. 2011;89:785-795.
6. Michelon, M; Mantovani, RA; Coimbra-Sinigaglia, R; Torre, LG; Cunha, RL. Structural characterization of beta-carotene-incorporated nanovesicles produced with non-purified phospholipids. *Food Research International – Elsevier*. 2016;76:95-105.
7. Gaumet, M; Vargas, A; Gurny, R; Delie, F. Nanoparticles for drug delivery: the need for precision in reporting particle size parameters. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2008;69:1-9.
8. Michelon, M. Production of liposomal systems by microfluidic devices aiming food applications: produção de sistemas lipossomais em dispositivos microfluídicos visando aplicações alimentícias [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2017.
9. Mertins O. Desenvolvimento e caracterização de nanovesículas lipossômicas compostas de fosfatidilcolina de lecitina de soja e quitosana [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2004.
10. Zômpero, RHF. Desenvolvimento e otimização do método de injeção de etanol para produção de lipossomas contendo β - Caroteno visando sua aplicação na indústria de alimentos [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2013.
11. Kremer, JMH; Esker, MWJ; Pathmamanoharan, C; Wiersema, PH. Vesicles of variable diameter prepared by a modified injection method. *Biochemistry*. 1977;16:3932-3935.
12. Delgado, JMF. Preparação e caracterização de nanotransportadores (nanocápsulas, nanoesferas, lipossomas e transportadores lipídicos nanoestruturados) sem substância ativa [dissertação]. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança; 2013.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-70>

Capítulo 70

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, NUTRICIONAIS E GASTRONÔMICAS DE ARROZES PIGMENTADOS: UMA REVISÃO

Natasha Corrêa Guerra¹; Luiz Beja Moreira²; Elga Batista da Silva³

¹Estudante do Curso de Agronomia- Instituto de Agronomia (IA) – UFRRJ; E-mail: natashacg11@gmail.com, ²Docente/pesquisador do Depto de Fitotecnia – IA – UFRRJ. E-mail: luizbejamoreira@gmail.com. ³Docente/pesquisadora do Depto de Economia Doméstica e Hotelaria – ICSA – UFRRJ; E-mail: elga.silva@hotmail.com.

RESUMO

Arroz pigmentados (*Oryza sativa* L.) são produtos com características nutricionais e sensoriais desejáveis ao uso culinário. Por conta dessas propriedades vários estudos têm sido realizados nos anos recentes para pesquisar a aplicabilidade dessas matérias-primas, inclusive como ingredientes gastronômicos. Este trabalho abordou aspectos diversos sobre os arroz pigmentados a partir de uma revisão de literatura. O levantamento bibliográfico foi feito em bases de dados utilizando artigos científicos e *sites* de entidades como Embrapa, CONAB e MAPA. A produção de arroz vermelho no Brasil concentra-se no estado da Paraíba, já o cultivo de arroz preto destaca-se no Vale do Paraíba. Esses arroz pigmentados possuem coloração em seu pericarpo devido à presença de pigmentos (antocianinas e proantocianidinas), que apresentam propriedades antioxidantes que têm sido associadas a certos benefícios à saúde humana. Esses grãos estão presentes em cardápios de muitos estabelecimentos gastronômicos em função de sabor, valor nutricional e atributos sensoriais. Arroz de pericarpo pigmentado usam o mesmo manejo cultural que os arroz brancos comerciais, apresentando, no entanto, para as poucas cultivares melhoradas disponíveis, diferenças quanto ao sistema de cultivo. Além disso, os pigmentados possuem propriedades nutricionais superiores em relação aos arroz brancos, devido ao alto teor de compostos fenólicos em seu pericarpo, principalmente o preto com suas altas concentrações de antocianinas em relação ao arroz vermelho, justificando a realização de mais pesquisas sobre essas culturas e seu uso na gastronomia.

Palavras-chave: alimentos funcionais; arroz preto; arroz vermelho

INTRODUÇÃO

Na atualidade há um interesse crescente por parte dos consumidores por produtos gastronômicos, especialmente aqueles elaborados a partir da inserção de matérias-primas

como os vegetais de cultivo agroecológico, sustentável, de produção local. Nesse contexto, citam-se os arrozes pigmentados (*Oryza sativa* L.) enquanto produtos que apresentam características de ordem sensorial e nutricional desejáveis ao desenvolvimento de novas fichas técnicas de preparações culinárias nas quais esses cereais podem ser inseridos como ingredientes estrela.

Estudos recentes têm apontado as propriedades nutricionais desses tipos de produto em relação aos demais arrozes convencionais, como o polido e o não pigmentado, dentre as quais se destacam, além do teor de proteínas, as fibras. Apesar da potencialidade desses cereais, são escassos os estudos comparativos quanto à composição química e também aos compostos bioativos do arroz pigmentado, sobretudo de genótipos produzidos ou comercializados no Brasil. Além disso, ainda há poucos estudos sobre a utilização dos grãos coloridos como ingrediente funcional, bem como na elaboração de produtos alimentícios.

Nesse contexto, o objetivo da presente revisão de literatura foi abordar aspectos diversos sobre os arrozes pigmentados a partir de uma revisão de literatura sobre o tema.

METODOLOGIA

O presente trabalho é uma revisão bibliográfica realizada entre junho de 2020 e abril de 2021, que corresponde a um método de pesquisa no qual são utilizadas fontes de dados literários como livros e artigos científicos sobre um determinado tema.

O levantamento bibliográfico foi realizado através das seguintes bases de dados: *The Scientific Electronic Library Online*®, *Science Direct*® e Google Acadêmico®. Foram usados artigos científicos, teses, dissertações, monografias, livros, cartilhas, informações e dados quantitativos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Foram utilizadas as seguintes palavras-chaves (em português e inglês): alimentos funcionais, arroz negro, arroz vermelho, flavonoides, pigmentos naturais. Os trabalhos selecionados foram preferencialmente publicados nos últimos cinco anos, mas considerando a necessidade de apresentar alguns fundamentos e conceitos básicos sobre os arrozes pigmentados, foram utilizadas algumas referências publicadas antes de 2016, visto que esses trabalhos apresentavam conteúdos que se mantêm inalterados.

DESENVOLVIMENTO

Características agronômicas

No Brasil, a produção de arroz vermelho é mais concentrada na Paraíba, nas regiões do Vale do Piancó e Vale do Rio do Peixe, onde é conhecido também por “arroz da terra” (1). Por outro lado, o cultivo de arroz preto destaca-se na região do Vale do Paraíba em São Paulo, onde há um aumento de investimentos na produção de diversos tipos de arrozes especiais, destinados à utilização na gastronomia (2).

Botanicamente, o arroz pigmentado é classificado da mesma forma que o arroz branco comercial, possuindo as mesmas características morfoagronômicas, bioquímicas e fisiológicas. Tradicionalmente é considerado planta daninha, devido a algumas

características agronômicas indesejáveis. Sua instalação nas lavouras e a capacidade competitiva com o arroz branco podem ser justificadas pela sua alta capacidade de produzir matéria seca, maior altura e ciclo biológico (3,4,5,6). Contudo, com o desenvolvimento de cultivares de arrozes coloridos melhoradas geneticamente, essas características tem sido modificadas, como a obtenção de menor estatura para resistir ao acamamento, menor ciclo biológico e resistência à *degrane* natural.

Segundo o trabalho de Jeng et al.(7) a mudança de coloração dos grãos de arroz branco para os pigmentados pode ocorrer por meio de mutação espontânea ou por mutação induzida quimicamente. Os genes responsáveis pela pigmentação são *Ra*, *Rc* e *Rd*. O gene *Ra* é responsável pela pigmentação roxa e considerada alelo dominante sobre a coloração branca. O gene *Rc* sem a presença do gene *Rd* induz a coloração marrom ao pericarpo e o gene *Rd* isoladamente não produz nenhuma pigmentação, somente cruzado com o gene *Rc* que induz a coloração vermelha no pericarpo do arroz.

Os arrozes especiais produzidos no Brasil ainda apresentam limitações devido aos problemas de produção e logística, baixa adaptabilidade das cultivares que são introduzidas no país e a baixa produtividade das mesmas. Entretanto, com os avanços do melhoramento genético, tem-se adquirido resultados significativos no que diz respeito ao potencial produtivo das cultivares, como a seleção de genótipos de porte mais baixo, elevada aptidão na emissão de afilhos, melhores respostas a adubação e folhas bandeiras mais eretas para o aumento da eficiência fotossintética (8). Sendo assim, algumas variedades de arrozes com pericarpos coloridos foram melhoradas geneticamente visando às melhorias em suas características agronômicas.

As cultivares BRS 902 e BRS 901 com grãos vermelhos, da Embrapa, foram originadas de um cruzamento simples das variedades de arrozes vermelhos da Paraíba, PB 01 (fêmea) e PB 05 (macho) objetivando a combinação da arquitetura da primeira planta tradicional rústica com a capacidade produtiva elevada de grãos da segunda planta. Em condições do semi-árido nordestino, o ciclo biológico da cultivar BRS 902 possui duração média de 116 dias contados a partir da emergência, e a cultivar BRS 901 possui o ciclo de 124 dias a partir da semeadura. Em termos de umidade do solo, é necessário que seja saturado e com uma lâmina d'água variando entre 5 cm a 20 cm (9, 10).

As cultivares SCS 119 RUBI e SCS 120 ÔNIX, com grãos vermelhos e negros, respectivamente, sofreram melhoramento na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). O arroz vermelho foi obtido pela seleção da linhagem de arroz vermelho SC 608 por apresentar características agronômicas e gastronômicas desejáveis, e a cultivar de arroz preto foi desenvolvida a partir do cruzamento entre os genótipos de pericarpo preto Riso Nero e Epagri 107. Ambas cultivares possuem o ciclo de 125 dias para maturação, com presença de folhas eretas. Expressam boa resistência ao acamamento, capacidade média de perfilhamento, baixa quebra de sementes, suscetibilidade moderada a toxicidade do ferro e a brusone(11).

A cultivar IAC 600 foi desenvolvida a partir de uma seleção massal efetuada em uma população da variedade chinesa Wang Xue Ren, no Instituto de Agronomia de Campinas (IAC). O arroz de pericarpo preto foi elaborado para se adaptar a condições de solo e clima do estado de São Paulo. Possui o ciclo de 100 a 110 dias de maturação (precoce), apresenta porte baixo, caracterizando-se pela sua resistência a doenças (brusone) e ao acamamento, grãos com qualidade e classificados com o tamanho médio, bom perfilhamento e pela adaptabilidade aos sistemas de cultivo em áreas de sequeiro e irrigadas (2).

A cultivar de arroz ENA AR 1601 é a mais recente cultivar registrada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sendo desenvolvida a partir de uma seleção massal em população heterogênea de arroz vermelho. A planta que possibilitou a origem da cultivar ENA AR 1601 foi coletada em uma lavoura de arroz branco no Campo Experimental do Setor de Grandes Culturas do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). A cultivar apresenta características desejáveis para o cultivo, como a resistência à *degrane* natural e ao acamamento, elevada capacidade de perfilhamento, porte baixo/médio, espiguetas sem presença de aristas e ausência de dormência de sementes depois de 30 dias da colheita. Seu ciclo biológico possui aproximadamente 120 dias, apresenta bom potencial produtivo e é recomendada para o cultivo no sistema de sequeiro irrigado na região sudeste do país (12).

Características nutricionais

Arroz pigmentados, principalmente o preto e o vermelho (figuras 1 e 2) têm recebido, nos anos recentes, maior atenção dos pesquisadores, bem como a preferência dos consumidores por suas propriedades nutricionais e funcionais (13, 14). O arroz vermelho apresenta principalmente compostos bioativos como os flavonoides, proantocianidinas, antocianinas e orizanol, que se acumulam na camada de revestimento do grão. Essas substâncias são antioxidantes naturais capazes de estabilizar os radicais livres, minimizando o estresse oxidativo e reduzindo o risco das ocorrências de vários tipos de câncer e doenças cardiovasculares (15, 16, 17).



Figura 1 - Arroz vermelho (*Oryza Sativa* L.) cultivar ENA AR1601 recém beneficiado no Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Fonte: Os autores (2019).



Figura 2 - Arroz preto (*Oriza sativa* L.) cultivar IAC 600.
Fonte: Foto cedida por Rafael Hydalgo Passeri Lima (2015).

Dentre estes compostos, as proantocianidinas são os pigmentos responsáveis pela coloração do pericarpo e classificados como taninos condensados. Quimicamente, os taninos condensados podem ser definidos como parte dos oligômeros ou polímeros de flavan-3-óis, como catequina e epicatequinas que podem variar de 134 a 500mg equivalentes de catequina/100g no arroz vermelho (18). De forma geral, os taninos condensados são compostos mais comuns na dieta humana do que os taninos hidrolisáveis, sendo mais ingeridos pelo consumidor ocidental (19).

Além da capacidade antioxidante, as proantocianoidinas também têm sido relacionadas à outras propriedades funcionais como a capacidade anti-hipertensiva e anti-

hiperglicêmica (20). Kruger et al. (21) reportaram que as moléculas de proantocianidinas inibem ainda a enzima de conversão da angiotensina. Esta enzima participa na produção de angiotensina II, uma molécula envolvida no desenvolvimento da hipertensão arterial sistêmica, promovendo a vaso constrição. Através da capacidade de inibir a enzima de conversão da angiotensina, as proantocianidinas permitem o controle da hipertensão e interferem também na redução do risco da arteriosclerose.

Já no trabalho de Yodkeeree et al. (22) foi demonstrado um possível papel das proantocianidinas em ensaios sobre o efeito *anti-aging* (anti-envelhecimento) desses pigmentos. Estudos apontaram que os compostos fenólicos apresentaram ação inibitória sobre as enzimas α -amilase, tripsina e α -glicosidase. Durante a digestão dos compostos fenólicos há a formação de quinonas, como o composto *p*-benzoquinana, que desconfiguram o sítio ativo da enzima exercendo de maneira eficaz essa ação inibitória, reduzindo assim, a resposta glicêmica (23, 24).

Cerca de 50% dos ácidos graxos presentes no arroz vermelho são matéria insaponificável constituída por γ -orizanol (25). Essas substâncias apresentam efeitos promissores na prevenção de doenças cardiovasculares e no aumento do colesterol *high density lipoprotein* (HDL), a lipoproteína de alta densidade, popularmente denominado como “colesterol bom” (26), capaz de reduzir o risco de doenças cardiovasculares.

Face ao exposto, a descoberta dessas propriedades intrínsecas e exclusivas dos arrozes pigmentados em relação ao arroz branco fortalece e apoia a tendência em aumentar a sua produção, atendendo a demanda por produtos saudáveis, com qualidade nutricional, de valor agregado e isentos de glúten (27).

O principal carboidrato presente no arroz preto é o amido, composto por dois tipos principais de α -glucanas, a amilose linear e amilopectina ramificada (28).

O conteúdo de amilose, que é variável nos diferentes arrozes, é um fator importante para a classificação da qualidade desse cereal. Os estudos de Ziegler et al. (29), que focaram na variedade de arroz preto IAC 600, encontraram 9,5% de amilose, enquanto que na pesquisa de Sompong et al. (30) foram encontrados 8,9% de amilose na variedade Niaw Dam Pleuak Khao, 9,6% de amilose na variedade Niaw Dam Pleuak Dam e 25,4% de amilose em amostras de arroz preto da China.

Além do amido, o arroz preto é também uma fonte de proteínas, que podem ser classificadas de acordo com a sua solubilidade. Os tipos de maior relevância são as glutelinas (representando 60% das proteínas totais e solúveis em soluções alcalinas), as prolaminas (representam 25% do total de proteínas e solúveis em álcool), as globulinas (com 10% das proteínas totais e solúveis em água salgada) e albumina (representando 5% do total e água-solúvel) (31). De acordo com Nunes et al. (32) a qualidade nutricional dessas proteínas está relacionada à quantidade de aminoácidos essenciais presentes nessas macromoléculas, biodisponibilidade desses aminoácidos e aptidão em suprir as necessidades metabólicas do organismo humano.

Além da presença dos componentes citados, o seu pericarpo é pigmentado devido à abundância de compostos fenólicos, principalmente as antocianinas, que são glicosídeos das antocianidinas, em que uma ou mais hidroxilas das posições 3, 5 e 7 são ligadas aos glicosídeos, tornando as antocianinas diferentes entre si (33). Dentre as antocianinas encontradas no arroz, destacam-se as cianidina-3-*O*-glicosídeo, peonidina-3-*O*-glicosídeo, cianidina-3-rutinosídeo e cianidina-3-galactosídeo (34). Estas substâncias fenólicas são conhecidas por suas propriedades antioxidantes (atuação no combate aos radicais livres), anti-inflamatória, anti-mutagênica e anti-hipertensiva, além de prevenir

enfermidades como o câncer e as doenças crônicas não-transmissíveis (35, 36, 37). O aumento do consumo desse tipo de arroz pode ainda estar relacionado às características sensoriais distintas e propriedades funcionais do cereal (35).

Características Gastronômicas

A gastronomia tem conquistado cada vez mais espaço na área da alimentação humana, o que tem promovido mudanças na forma de produzir e consumir produtos alimentícios, gerando novas demandas nesse segmento. Embora o plantio dos arrozes pigmentados ainda não seja muito explorado no Brasil, esses grãos têm estado presentes nos cardápios de estabelecimentos gastronômicos, devido às suas características diferenciadas tanto em sabor, valor nutricional e pelo valor “estético” que esse tipo de matéria-prima pode agregar aos pratos graças à sua aparência atrativa (38).

Ademais, devido ao aumento da demanda por alimentos orgânicos por parte dos consumidores, muitos *chefs* de cozinha tem inovado suas receitas com o uso desses alimentos livres de agroquímicos (39), de cunho sustentável.

Como exemplos de matérias-primas sustentáveis para a gastronomia, citam-se os arrozes coloridos de cultivo agroecológico, cujo emprego como ingredientes em produtos alimentícios vem sendo testado em algumas pesquisas realizadas nos anos recentes, principalmente no que tange aos arrozes vermelho e preto. Como resultados, foram elaborados produtos como massa alimentícia, biscoito, bolo, farinha, pão, entre outros alimentos. A pesquisa de Almeida et al. (40) estudou a composição físico-química de *cookies* adicionados de resíduos do arroz vermelho, já Meza (41) criou extrusados expandidos a partir do mesmo cereal. Sobre os bolos, já foram reportados estudos com um bolo de arroz marrom, preto e vermelho com transglutaminase (42), bolo sem glúten da farinha extrusada de arroz vermelho (43) e bolo de chiffon preparado com arroz preto em substituição à farinha de trigo (44).

Na área de panificação, citam-se um pão prebiótico sem glúten, com farinha de arroz vermelho e diferentes concentrações da enzima transglutaminase bacteriana (45), pão com massa à base de trigo e farinha de arroz preto extrusada (46) e pão de forma sem glúten com farinha de arroz preto, inulina e enzima transglutaminase microbiana (47).

Sobre as bebidas, citam-se pesquisas para desenvolver: bebida multigrãos (48), kefir com “leite” de arroz vermelho fermentado com *lactobacillus bulgaricus* e iniciador cândida kefir *starter* (49) e bebidas lácteas fermentadas com leite, soro de leite e extrato de arroz vermelho (50). Também foram realizados estudos sobre uma massa alimentícia sem glúten com féculas de batata, mandioca e farinha de arroz vermelho (51), *tteokgalbi* (prato de carne coreano feito com costela de vaca) com farelo de arroz preto e ácido orgânico para substituir o corante caramelo sintético (52) e preparações culinárias diversas com arrozes pigmentados (53).

Pesquisas apontam que ainda existe uma limitação no uso da farinha de arroz para os preparos alimentícios, pois esta matéria-prima apresenta diferentes características quando comparada à farinha de trigo (que possui glúten). Devido a essas características, seria necessário realizar reajustes nas formulações de seus preparos. Dessa maneira, as empresas de confeitaria e panificação demonstram certa resistência em relação ao uso da farinha de arroz, utilizando-a com menor abrangência na criação de produtos (54).

Em termos de análise sensorial, os grãos de arroz utilizados na produção de massas para bolos e pães demonstraram grandes potenciais como ingrediente de fabricação desses produtos alimentícios, pois apresentaram maior firmeza e mastigabilidade (quando

analisados sensorialmente pelos provadores em comparação a produtos similares elaborados com farinha de trigo). Os arrozes também alcançaram resultados positivos em relação a outras preparações como doces, salgados, bebidas, molho para carnes e cereal matinal extrusado.

CONCLUSÕES

Estudos sobre os arrozes pigmentados ainda são escassos, principalmente relacionados às características agrônômicas. Por outro lado, as pesquisas sobre as características nutricionais e gastronômicas apresentam um considerável número de informações, principalmente sobre arrozes vermelhos, que são mais numerosos em publicações científicas comparados aos pretos. Os arrozes de pericarpo pigmentado possuem os mesmos tratos culturais agrônômicos que os brancos comerciais, mas as poucas diferenças estão relacionadas ao melhoramento genético, para adquirir características como a menor estatura para resistir ao acamamento e menor ciclo biológico. Os estudos mostraram que os arrozes coloridos são mais benéficos à saúde que os brancos pelo alto teor de compostos fenólicos em seu pericarpo. Já o arroz preto tem melhor composição nutricional comparado ao arroz vermelho, pois as antocianinas nesses cereais são mais abundantes. O pigmento de maior destaque nos arrozes vermelho é a proantocianidina, que confere a coloração avermelhada ao grão. Os compostos fenólicos presentes no pericarpo dessas gramíneas têm ação antioxidante, que reduzem o risco de diversas doenças. Adicionalmente, tem surgido uma maior procura por parte dos consumidores pelos alimentos mais saudáveis, e conseqüentemente, pesquisas sobre a adição desta matéria-prima em produtos gastronômicos. Os trabalhos demonstraram que os arrozes pigmentados têm grande potencial para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, como bolos, massas, biscoitos, cereais extrusados, bebidas lácteas fermentadas e farinhas. A produção de farinhas de arrozes vermelho e preto foi estudada visando os consumidores com sensibilidade ao glúten (celíacos), já que essas farinhas não apresentam essa proteína e pela vantagem nutricional que estes grãos apresentam para a saúde humana de modo geral.

REFERÊNCIAS

1. Pereira JA. O arroz-vermelho cultivado no Brasil. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004.
2. Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). IAC 600: Cultivar de arroz tipo especial exótico preto [internet]. 2005 [acesso em 28 mar 2021]. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/cultivares/inicio/Folders/Arroz/IAC600.htm>.
3. Hoagland RE, Paul RNA. Comparative SEM study of red rice and several commercial rice (*Oryza sativa*) varieties. *Weed Sci.* 1978: 619-625.
4. Noldin JA. Characterization, seed longevity, and herbicide sensitivity of red rice (*Oryza sativa* L.) ecotypes, and red rice control in soybeans [*Glycine max* (L.) Merr.]. [Tese]. Texas A&M University, College Station; 1995.
5. Silveira CAD, Andres A, Silva PRFD, Fleck NG, Menezes VG. Características morfológicas e desenvolvimento fenológico de biótipos de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.). Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS. 1998; 125.

6. Sánchez-Olquín E, Arrieta-Espinoza G, Espinoza Esquivel AM. Vegetative and reproductive development of Costa Rican weedy rice compared with commercial rice (*Oryza sativa*). Plant Daninha. 2007; 25:13-23.
7. Jeng TL, Lai CC, Ho PT, Shih YJ, Sung JM. Agronomic, molecular and antioxidative characterization of red-and purple-pericarp rice (*Oryza sativa* L.) mutants in Taiwan. Journ of Cereal Sci. 2012; 56: 425-431.
8. Aguiar G. A. Ação gênica e estimação de parâmetros genéticos em cruzamentos de arroz irrigado. [Tese]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2018.
9. Pereira JA, Morais OP, Bassinello PZ, Torga PP, Colombari Filho JM, Câmara JAS, Ribeiro VQ. 'BRS 901': cultivar de arroz vermelho para o nordeste brasileiro [Internet]. Embrapa Meio-Norte: Comunicado Técnico (Infoteca-e). 2015a [acesso em 28 mar 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1022378/brs-901-cultivar-de-arroz-vermelho-para-o-nordeste-brasileiro>.
10. Pereira JA, Morais OP, Colombari Filho JM, Torga PP, Bassinello PZ, Câmara JAS, et al. 'BRS 902': cultivar de arroz vermelho para o mercado brasileiro [Internet]. Embrapa Meio-Norte : Comun Téc (Infoteca-e). 2015b [acesso em 28 mar 2021]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139114/1/Comunicado236.pdf>.
11. Wickert E, Schiocchet MA, Noldin JA, Raimondi JV, Andrade A, Scheuermann KK, et al. Exploring variability: New Brazilian varieties SCS119 Rubi and SCS120 Onix for the specialty rices market. Open Journ of Gen. 2014; 4:157-165.
12. Lima RHP, Menezes, BRS; Moreira, LB. Cultivar de arroz vermelho 'ENA AR 1601' para cultivo em sistema de sequeiro irrigado. Inf Téc (Prog Pós-Grad Fitotec UFRRJ). 2021; 1:1-8.
13. Sumczynski D, Kotásková E, Družbiková H, Mlček J. Determination of contents and antioxidant activity of free and bound phenolics compounds and in vitro digestibility of commercial black and red rice (*Oryza sativa* L.) varieties. Food Chem. 2016; 211:339-346.
14. Niu Y, Gao B, Slavin M, Zhang X, Yang F, Bao J, et al. Phytochemical compositions, and antioxidant and anti-inflammatory properties of twenty-two red rice samples grown in Zhejiang. LWT-Food Sci and Tech. 2013; 54:521-527.
15. Jeon HI, Song GS, Kim, YS. Antioxidant activity of fractions and subfractions of red rice bran. Journ of The Korean Socie of Food Sci and Nutri. 2019; 48:49-55.
16. Nurnaistia Y, Aisyah S, Munawaroh, HSH. Secondary metabolites profiles and antioxidant activities of germinated brown and red rice. Journ of Phy: Conf Series. 2018; 1013:012204.
17. Pedro AC, Granato D, Rosso ND. Extraction of anthocyanins and polyphenols from black rice (*Oryza sativa* L.) by modeling and assessing their reversibility and stability. Food Chem. 2016; 191: 12-20.
18. Aron PM, Kennedy JA. Flavan-3-ols: Nature, occurrence and biological activity. Mol Nutri & Food Research. 2008; 52:9-104.
19. Gu L, Kelm MA, Hammerstone JF, Beecher G, Holden J, Haytowitz, D, et al. Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. The Journ of Nutri. 2004; 134:613-617.

20. Chen MH, Mcclung AM, Bergman CJ. Concentrations of oligomers and polymers of proanthocyanidins in red and purple rice bran and their relationships to total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity and whole grain color. *Food Chem.* 2016; 208:279-287.
21. Kruger MJ, Davies N, Myburgh KH, Lecour S. Proanthocyanidins, anthocyanins and cardiovascular diseases. *Food Research Inter.* 2014; 59:41-52.
22. Yodkeeree S, Thippraphan P, Punfa W, Srisomboon J, Limtrakul P. Skin anti-aging assays of proanthocyanidin rich red rice extract, oryzanol and other phenolic compounds. *Nat Prod Communications.* 2018; 13:967-972.
23. Jung EH, Ran Kim S, Hwang IK, Youl Ha T. Hypoglycemic effects of a phenolic acid fraction of rice bran and ferulic acid in C57BL/KsJ-db/db mice. *Journ of Agri and Food Chem.* 2007; 55:9800-9804.
24. Apostolidis E, Kwon YI, Shetty K. Inhibitory potential of herb, fruit, and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. *Innovative Food Sci & Emerging Tech.* 2007; 46-54.
25. Walter M, Marchezan E, Avila LA. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural.* 2008; 38:1184-1192.
26. Thammapat P, Meeso N, Siriamornpun, S. Effects of NaCl and soaking temperature on the phenolic compounds, α -tocopherol, γ -oryzanol and fatty acids of glutinous rice. *Food Chem.* 2015; 175:218-224.
27. Gunaratne A, Wu K, Li D, Bentota A, Corke H, Cai Y. Antioxidant activity and nutritional quality of traditional red-grained rice varieties containing proanthocyanidins. *Food Chem.* 2013; 138:1153-1161.
28. Zhu, F. Interactions between starch and phenolic compound. *Trends in Food Sci& Tech.* 2015; 43:129-143.
29. Ziegler V, Ferreira CD, Goebel JTS, El Halal SLM, Santetti GS, Gutkoski LC. Changes in properties of starch isolated from whole rice grains with brown, black, and red pericarp after storage at different temperatures. *Food chem.* 2017; 216:194-200.
30. Sompong R, Siebenhandl-Ehn S, Linsberger-Martin G, Berghofer E. Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka. *Food Chem.* 2011; 124:132-140.
31. Organization for economic co-operation and development (OECD). Environment, health and safety publications series on the safety of novel foods and feeds. In: Revised consensus document on compositional considerations for new varieties of rice (*Oryza sativa*): Key food and feed nutrients and anti-nutrients [Internet]. 2016 [acesso em 20 jan 2021]. Disponível em: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono\(2016\)38&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=env/jm/mono(2016)38&doclanguage=en).
32. Nunes FA, Seferin M, Maciel VG, Flôres SH, Ayub MAZ. Life cycle greenhouse gas emissions from rice production systems in Brazil: A comparison between minimal tillage and organic farming. *Journ of Cleaner Prod.* 2016; 139:799-809.
33. Terzi, DBL, Rossi AV. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? *Química Nova.* 2002; 25:684-688.
34. Min, B.; McClung, A. M.; Chen, M. H. Phytochemicals and antioxidant capacities in rice brans of different color. *Journ of Food Sci.* 2011; 76:C117-C126.

35. Dittgen CL. Interação entre genótipos de arroz preto e locais de cultivo no perfil de compostos fenólicos e sobre atributos físico-químicos [Dissertação]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2019.
36. Paiva FF, Vanier NL, Berrios JDJ, Pinto VZ, Wood D, Williams T, et al. Polishing and parboiling effect on the nutritional and technological properties of pigmented rice. *Food Chem.* 2016; 191:105-112.
37. Shao Y, Bao J. Polyphenols in whole rice grain: genetic diversity and health benefits. *Food Chem.* 2016; 180:86-97.
38. Colombari Filho JM, Pereira JA, Vanier NL. Mercado brasileiro para tipos especiais de arroz: pigmentados, aromáticos e para culinárias japonesa e italiana. *Informe Agropecuário.* 2018; 39:17-28.
39. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Alimentos orgânicos e produtos da agricultura familiar conquistam cardápios de restaurantes: Chef de cozinha de Paraty privilegia produtores locais na elaboração de suas receitas [Internet]. 2020 [acesso em 29 mar 2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/alimentos-organicos-e-produtos-da-agricultura-familiar-conquistam-cardapios-de-restaurantes>.
40. Almeida RL, Santos NC, Pereira TS, Silva VMA, Ribeiro VHA, Silva LN, et al. Composição físico-química de cookies adicionados de resíduos do arroz vermelho. *Research, Society and Development.* 2020; 9:7.
41. Meza SLR. Características químicas, tecnológicas e sensoriais de extrusados expandidos a partir de arroz pigmentado [Dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2015.
42. Lang GH, Kringel DH, Acunha TS, Ferreira CD, Dias ARG, Zavareze ER, et al. Cake of brown, black and red rice: Influence of transglutaminase on technological properties, in vitro starch digestibility and phenolic compounds. *Food Chem.* 2020; 126480.
43. Das AB, Bhattacharya S. Characterization of the batter and gluten-free cake from extruded red rice flour. *LWT-Food Science and Technology.* 2019; 102:197-204.
44. Mau JL, Lee CC, Chen YP, Lin SD. Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chiffon cake prepared with black rice as replacement for wheat flour. *LWT.* 2017; 75:434-439.
45. Gusmão TAS, Gusmão RP, Moura HV, Silva HA, Cavalcanti-Mata MERM, Duarte, MEM. Production of prebiotic gluten-free bread with red rice flour and different microbial transglutaminase concentrations: modeling, sensory and multivariate data analysis. *Journ of Food Sci and Tech.* 2019; 56:2949-2958.
46. Ma J, Kaori F, Ma L, Gao M, Dong C, Wang J, et al. The effects of extruded black rice flour on rheological and structural properties of wheat-based dough and bread quality. *Inter Journ of Food Sci & Tech.* 2019; 54:1729-1740.
47. Alencar DDO, Moura HV, Silva HA, Santos RMS, Ramos NJS, Gusmão TAS, et al. Produção e caracterização de pão de forma glúten-free, formulado com farinha de arroz preto, inulina e enzima transglutaminase microbiana. *Brazilian Journ of Develop.* 2019; 5:18877-18891.
48. Fernandes CG, Sonawane SK, Arya SS. Optimization and modeling of novel multigrain beverage: Effect of food additives on physicochemical and functional properties. *Journ of Food Process and Preservation.* 2019; 43:e14151.

49. Sulistyanyngtyas AR, Lunggani AT, Kusdiyantin E. Kefir produced from red rice milk by lactobacillus bulgaricus and candida kefir starter. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Sci. 2019; 292:012038.
50. BOÊNO JA. Bebidas lácteas fermentadas formuladas com leite, soro de leite e extrato de arroz vermelho: aspectos físicos, químicos, microbiológicos e sensorial [Tese]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2014.
51. Pereira KB. Massa alimentícia livre de glúten elaborada a partir de féculas de batata e mandioca e farinha de arroz vermelho [Tese]. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande; 2018.
52. Kim TK, Hong SH, Ku SK, Kim YB, Jeon KH, Choi HD, et al. Quality characteristics of tteokgalbi with black rice bran and organic acid to substitute synthetic caramel colorant. Korean Journ for Food Sci of Animal Resources. 2017; 37:552.
53. LIMA LG. Arroz pigmentado: caracterização nutricional, atividade antioxidante e aceitabilidade de preparações [Dissertação]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2016.
54. Oliveira CAO, Anselmi AA, Kolling DF, Finger MIF, Corte VFD, Dill MD. Farinha de arroz e derivados como alternativas para a cadeia produtora do arroz. Revista Brasil de Produtos Agroind. 2014; 16:61-67.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-71>

Capítulo 71

PROPOSTA DE CATCHUP INOVADOR COM CAQUI (*Diospyros kaki* L.): DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO

Julia Rabelo Vaz Matheus¹; Lais Brotto²; Tatiane Schallitz²; Wagner Andrade Ferreira²; Genilton Alves³; Ana Elizabeth Cavalcante Fai³; Isabelle Santana³

¹Estudante do Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição – PPGAN – UNIRIO; E-mail: juuh.rabelo@hotmail.com, ²Estudante do Curso de Nutrição - INU – UERJ; E-mail: lais.brotto@yahoo.com.br, tatianeschallitz@gmail.com, wagsandrade@gmail.com, ³Docente/pesquisador do Depto de Nutrição Básica e Experimental – INU – UERJ. E-mail: geniltonalves@gmail.com, bethfai@yahoo.com.br, isabellesantana@gmail.com

Resumo: O caqui é uma fruta rica nutricionalmente e com importante produção no Brasil, porém, dada expressiva perda pós-colheita, estratégias de melhor aproveitamento são relevantes. O objetivo deste estudo foi desenvolver catchups com caqui e caracterizá-los quanto aos parâmetros físico-químicos, teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante. Foram desenvolvidas duas formulações de catchup (C1: catchup de caqui; C2: catchup de caqui picante). As amostras foram analisadas quanto aos parâmetros físico-químicos (umidade e cinzas, acidez total titulável – ATT, sólidos solúveis totais – SST, pH, açúcares redutores e teor de açúcares totais), estimativa de macronutrientes e de fibra alimentar, conteúdo fenólico total e atividade antioxidante. As amostras C1 e C2 apresentaram, respectivamente, 9,43 e 8,90 °Brix de SST, 9,40 e 8,08% de açúcar total, 77,75 e 79,30% de umidade. Possivelmente, o maior valor de açúcares totais e de SST encontrado no C1 pode estar relacionado ao menor teor de umidade. Os valores de pH, ATT e cinzas não diferiram significativamente entre as amostras de catchup, apresentando respectivamente, $\pm 4,29$, $\pm 0,64\%$ ácido orgânico e 0,95% de cinzas. A estimativa de composição nutricional evidenciou riqueza de carboidratos, com uma média de 19% para as amostras de catchup. Ademais, C1 e C2 apresentaram uma média de 63,1 μg GAE/ g de fenólicos, além de importante atividade antioxidante nos ensaios de FRAP e TEAC, sugerindo que parte dos compostos bioativos do caqui permaneceram nos catchups desenvolvidos. Esse estudo demonstrou a viabilidade em aproveitar o caqui como matéria-prima para o desenvolvimento de catchups com adequadas propriedades físico-químicas e nutricionais.

Palavras-chave: atividade antioxidante; catchup; caqui; compostos fenólicos; *Diospyros kaki* L.

INTRODUÇÃO

O caqui (*Diospyros kaki* L.) possui elevada qualidade nutricional, associada à riqueza de fibras alimentares, vitaminas, minerais, além de compostos bioativos, como

compostos fenólicos, que conferem importante capacidade antioxidante característica dessa fruta (1). No entanto, assim como outras frutas, o caqui possui expressiva perda pós-colheita, principalmente devido ao período de safra curto e com elevado volume de produção, associado a uma rápida perda de firmeza durante o amadurecimento, dificultando seu transporte e comercialização (2,3). Nesse contexto, o desenvolvimento de produtos à base de caqui é de grande importância para reduzir perdas, agregar valor e contribuir para a economia local, uma vez que grande parte da produção desta fruta é advinda de agricultura familiar. Atualmente, diversos estudos na literatura utilizaram o caqui para produção de vinagre, vinho, suco, entre outros (4,5,6). Uma alternativa até então não muito explorada, é o desenvolvimento de molhos com caqui, como o catchup.

Catchup ou ketchup é o produto elaborado com tomates maduros (*Lycopersicon esculentum* L.), e pode ser adicionado de outros ingredientes, desde que não descaracterize o produto (7). Formulações de catchup com frutas, como goiaba, manga (8) e morango (9) já foram investigadas. Dado o conteúdo nutricional e de compostos bioativos, o caqui pode favorecer o desenvolvimento de catchup com adequadas propriedades físico-químicas e nutricionais, tornando-se uma alternativa viável de aproveitamento desta fruta. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi desenvolver catchup com caqui e caracterizá-lo quanto aos parâmetros físico-químicos, teor de compostos fenólicos e capacidade antioxidante.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima: Os caquis ‘Rama Forte’ (*Diospyros kaki* L.) cultivados em Vargem Grande/RJ/Brasil (latitude: 22.97; longitude: 43.49) foram obtidos em feira agroecológica no Rio de Janeiro/Brasil. Os outros ingredientes das formulações de *catchup* com caqui (Tabela 1) foram obtidos em supermercado local no Rio de Janeiro/Brasil.

Padrões e produtos químicos: 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) sal diamônico (ABTS), 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina (TPTZ), persulfato de potássio, 6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico (Trolox®) e ácido gálico foram obtidos pela Sigma-Aldrich Chemical Co. (St. Louis, MO). Carbonato de sódio foi obtido por Spectrum Chemical Manufacturing Corp. (Gardena, CA). O sulfato de ferro (II) foi adquirido de Merck KGaA (Darmstadt, Germany).

Preparação de formulações de catchup com caqui: A Figura 1 ilustra o fluxograma de processo e as duas formulações (ingredientes e quantidades) de catchup com caqui (C1: catchup de caqui/ C2: catchup de caqui picante).

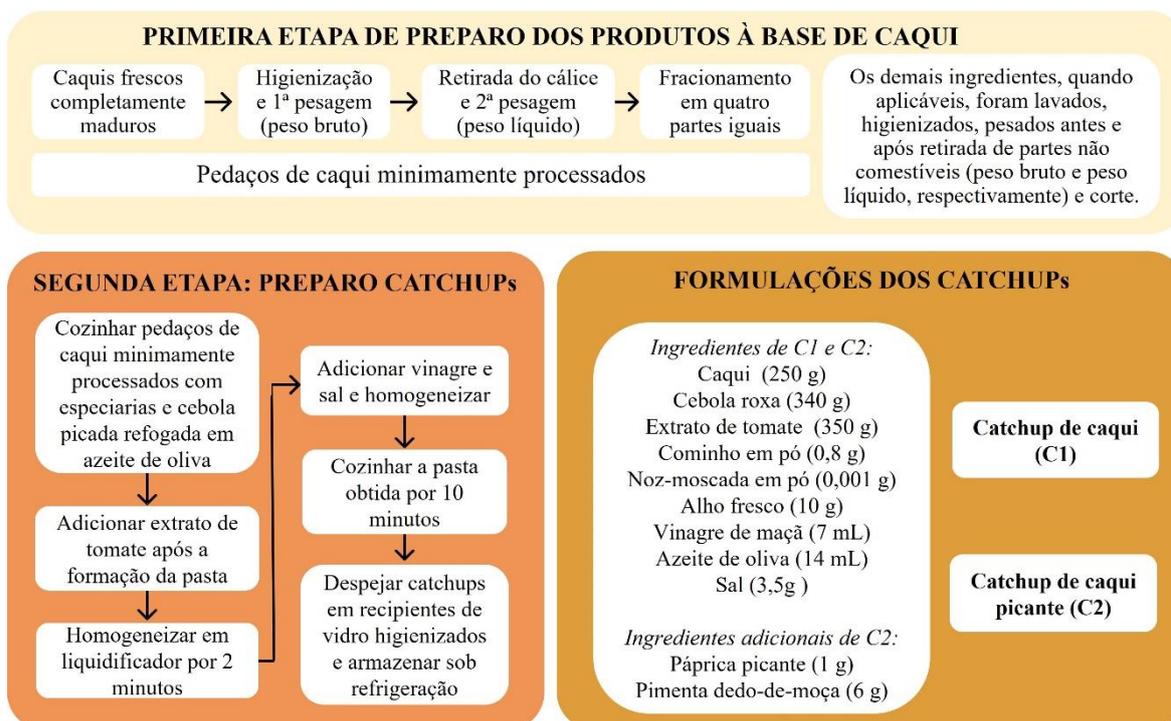


Figura 1 – Fluxograma de preparo e formulações dos catchups com de caqui

Análises físico-químicas dos catchups com caqui: as análises foram realizadas em duplicata para determinar o teor de umidade e de cinzas, acidez total titulável (ATT) (expressa como % de ácido orgânico), sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), pH, açúcares redutores e teor de açúcares totais das formulações de catchup com caqui (10).

Determinação da composição nutricional dos catchups com caqui: foram estimados os macronutrientes (carboidratos, proteínas, gordura total) e a fibra alimentar com base em banco de dados de composição de alimentos brasileiros (11,12). A composição aproximada do fruto do caqui ‘Rama Forte’ foi baseada em Matheus et al. (13). O valor energético (kcal) foi estimado com base nos fatores de Atwater, considerando 4 kcal/g de carboidrato e proteína e 9 kcal/g de gordura.

Conteúdo fenólico total e atividade antioxidante dos catchups com caqui: a extração da amostra foi baseada na metodologia de Alves e Perrone (14) com modificações. Resumidamente, 5 g de amostra foi homogeneizada com 10 mL de solução de metanol: água (80:20, v/v) sob agitação em um agitador orbital (controle IKA KS 4000i, Staufen, Alemanha) no escuro por 1 h a 25 °C. Após centrifugação (2500g, 10 min, 10 °C, Sorvall ST 16R, Thermo Scientific™, Osterode, Alemanha), o sobrenadante foi coletado para avaliação do conteúdo fenólico total e da capacidade antioxidante. O conteúdo fenólico total foi determinado de acordo com Singleton et al. (15), com os resultados expressos em µg de equivalentes de ácido gálico (GAE) por g. A atividade antioxidante foi determinada pelos ensaios FRAP (*Ferric-Reducing Antioxidant Power*) e TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*), de acordo com Alves e Perrone (14), utilizando curvas

de calibração preparadas com FeSO_4 e Trolox, respectivamente. Os resultados foram expressos como μmol de equivalentes por g. As amostras foram analisadas em triplicata.

Análise estatística: Os dados foram expressos como média \pm desvio padrão. A análise de variância (ANOVA) seguida pelo pós-teste de comparação múltipla de *Tukey* foi realizada para comparar a análise físico-química e os ensaios antioxidantes, usando o programa *GraphPad Prism* para *Windows*, versão 8.01 (GraphPad Software, San Diego, CA, EUA). A análise de correlação de *Pearson* foi realizada para avaliar as associações entre os ensaios antioxidantes, usando o programa *Statistica*, versão 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK). Os resultados foram considerados significativos quando $p \leq 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propriedades físico-químicas dos catchups com caqui: As duas formulações de catchups com caqui diferiam quanto à picância, porém, ambas as amostras tinham o extrato de tomate como ingrediente principal. Os condimentos adicionados foram cebola, alho, cominho, noz-moscada e, somente na amostra C2 foi adicionada páprica picante e pimenta dedo-de-moça, as quais conferiram sabor picante na amostra. É importante ressaltar que não houve adição de açúcar nos catchups desenvolvidos, sendo este um ingrediente comumente presente nas formulações tradicionais de catchup. Nesse sentido, o uso do caqui Rama Forte pode ser considerado vantajoso ao evitar a adição de ingredientes como sacarose ou xarope de milho rico em frutose, uma vez que naturalmente possui elevado teor de açúcares (13), além de potencializar os compostos bioativos da formulação.

Em relação aos resultados das análises físico-químicas, o catchup com caqui (C1) apresentou maiores valores de SST ($9,43 \pm 0,04$ °Brix) e açúcares totais ($9,40 \pm 0,07\%$) e menor umidade ($77,75 \pm 0,35\%$) em relação à formulação picante (C2), que apresentou, respectivamente, $8,90 \pm 0,00$ °Brix, $8,08 \pm 0,04\%$ e $79,30 \pm 0,28\%$ ($p < 0,05$). Os resultados de SST obtidos neste estudo foram consideravelmente menores em comparação com outros estudos, tais como: $23,0$ – $27,4$ °Brix (16) e $\pm 25,5$ ° Brix (17) em ketchup de tomate fresco; $27,32$ °Brix em ketchup de tomate com cogumelo (18); $25,20$ °Brix em ketchup de tomate com inulina e xarope de tâmaras (19); e $27,3$ °Brix em ketchup enriquecido com morango (9). O maior valor de açúcares totais encontrado no C1 pode ser devido ao menor teor de umidade. Outros estudos encontraram valores superiores de açúcares totais, como exemplo $17,26\%$ para o catchup de tomate pasteurizado (20) e $22,93\%$ para o catchup de tomate com cogumelo (18).

O pH ($4,29 \pm 0,00$ para C1 e C2) e o ATT ($0,61 \pm 0,20$ e $0,66 \pm 0,04$ % ácido orgânico para C1 e C2, respectivamente) não diferiram significativamente entre as amostras de catchup desenvolvidas. Similarmente, outros estudos obtiveram valores de $3,91$ de pH e $0,51\%$ de acidez em ketchup light (21), $3,60$ de pH e $1,44\%$ de acidez em ketchup de tomate enriquecido com morango (9) e $3,66$ de pH e $1,95\%$ de acidez no ketchup de tomate com cogumelo (18). É esperado que catchup apresente valores de pH abaixo de $4,0$, conferindo assim maior estabilidade microbiológica (20). Assim, as formulações desenvolvidas ficaram próximas ao limite de pH sugerido. Por fim, outro resultado que não diferiu estatisticamente entre as amostras C1 e C2 foi o teor de cinzas, apresentando, respectivamente, os valores de $0,90 \pm 0,57\%$ e $1,00 \pm 0,00\%$.

A estimativa de composição nutricional das amostras de catchup C1 e C2 foram, respectivamente, de 112,08 e 101,60 kcal de energia, 19,92 e 17,90% de carboidratos, 2,58 e 2,40% de proteína, 2,45 e 2,30% de lipídeos e 3,44 e 3,30% de fibra total em 100 g de produto. Os valores da estimativa de composição nutricional foram calculados considerando 100 g de produto para fins de comparação entre as amostras, no entanto a porção média do catchup é de cerca de 12 g (1 colher de chá). A partir dessa análise, fica evidente a riqueza de carboidratos na composição das amostras.

Conteúdo fenólico total e atividade antioxidante dos catchups com caqui: O caqui é fonte de compostos bioativos que conferem importante propriedade antioxidante (22). Nesse estudo, os valores de conteúdo fenólico total encontrados foram 52,9 $\mu\text{g GAE/g}$ (C1 – catchup de caqui), 73,2 $\mu\text{g GAE/g}$ (C2 – catchup de caqui com pimenta). O conteúdo de fenólicos dessas amostras está provavelmente associado ao alto percentual de caqui nas formulações, uma vez que essa fruta apresentava alto teor de fenólicos totais (1.120 $\mu\text{g GAE/g}$), segundo Fu et al. (23).

A atividade antioxidante das amostras foi avaliada pelas análises de FRAP e TEAC. Os valores de FRAP foram de 447,3 e 556,3 $\mu\text{mol Fe}^{+2}/\text{g}$ para as amostras de catchup (C1 e C2, respectivamente). Os valores TEAC foram de 364,9 e 458,0 $\mu\text{mol Trolox/g}$ para amostras de catchup (C1 e C2, respectivamente). Em ambos os ensaios, as amostras de catchup apresentaram elevada atividade antioxidante, possivelmente devido à presença de diferentes fontes de compostos bioativos na formulação do catchup, como caqui, extrato de tomate e condimentos.

Os valores de FRAP e TEAC mostraram correlação positiva ($r = 0,8326$, $p = 0,001$) devido à semelhança no mecanismo de reação baseado na transferência de elétron único, sugerindo, portanto, uma boa adequação para aferir a atividade antioxidante das amostras. Ademais, também foram observadas fortes correlações positivas entre os valores de FRAP e TEAC e os conteúdos fenólicos totais ($r = 0,8851$ e $r = 0,9574$, respectivamente; $p = 0,0001$), indicando que os compostos fenólicos podem ser um dos principais componentes responsáveis pela capacidade redutora dessas amostras. Diversos autores já descreveram o impacto dos compostos fenólicos na capacidade antioxidante do caqui (22,24). Assim, considerando a elevada atividade antioxidante dessas amostras, sugere-se que estas podem ser benéficas para reduzir o risco de doenças causadas pelo estresse oxidativo.

CONCLUSÕES

O caqui é uma fruta de importante produção no Brasil, porém devido à alta perecibilidade associado as elevadas perdas pós-colheita torna-se relevante maiores esforços para o amplo aproveitamento, contribuindo não só para a redução do desperdício, mas também agregando valor à matéria-prima, estendendo a vida útil e facilitando o armazenamento/transporte do produto. Assim, desenvolver molhos, tais como catchup, são opções promissoras de uso do caqui, inclusive favorecendo o incremento nutricional desses produtos alimentícios, dado a presença de fibras alimentares e compostos bioativos que conferem propriedade antioxidante.

Nesse estudo, observou-se que o caqui foi adequado para o desenvolvimento de catchups, com formulações apresentando resultados satisfatórios quanto aos parâmetros físico-químicos avaliados. É importante ressaltar que mais investigações são necessárias

para aprofundar e aprimorar as características de novos produtos com caqui, em especial de molhos como catchup, uma vez que, até onde nosso conhecimento alcança, esse é o primeiro estudo avaliando o uso de caqui como ingrediente para esse tipo de produto.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa concedida à aluna Julia Rabelo Vaz Matheus.

REFERÊNCIAS

- (1) Matheus JRV, Andrade CJ, Miyahira RF, Fai AEC. Persimmon (*Diospyros kaki L.*): chemical properties, bioactive compounds and potential use in the development of new products – a review. *Food Rev. Int.* 2020. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1733597>
- (2) González CM, Gil R, Moraga G, Salvador A. Natural drying of astringent and non-astringent persimmon “Rojo Brillante”. *Drying kinetics and physico-chemical properties.* *Foods* 2021;10(3):647. <https://doi.org/10.3390/foods10030647>
- (3) Sharma S, Mahant K, Sharma S, Thakur AD. Effect of nitrogen source and citric acid addition on wine preparation from Japanese persimmon. *J. Inst. Brew.* 2017;123:144–50. <https://doi.org/10.1002/jib.405>
- (4) Park JJ, Olawuyi IF, Lee WY, 2021. Influence of thermo-sonication and ascorbic acid treatment on microbial inactivation and shelf-life extension of soft persimmon (*Diospyros kaki T.*) juice. *Food Bioprocess Technol.* 2021;14:429–440. <https://doi.org/10.1007/s11947-021-02580-8>
- (5) Bayram Y, Azkan K, Sagdic O. Bioactivity, physicochemical and antimicrobial properties of vinegar made from persimmon (*Diospyros kaki*) peels. *Sigma J. Eng. Nat. Sci.* 2020;38:1643–52.
- (6) Lu Y, Liu Y, Lv J, Ma Y, Guan X. Changes in the physicochemical components, polyphenol profile, and flavor of persimmon wine during spontaneous and inoculated fermentation. *Food Sci. Nutr.* 2020;8:2728–38. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1560>
- (7) ANVISA (BR). Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para especiarias, temperos e molhos. *Diário Oficial [da] União, DF, 23 de setembro de 2005.*
- (8) Garg N, Chaurasia R, Kumar S, Yadav KK, Yadav P. A process for preparation of ketchups from mango and guava fruits and their storage study. *Indian J. Hortic.* 2017;74(3):471-4. 10.5958/0974-0112.2017.00092.5
- (9) Ahouagi VB, Mequelino DB, Tavano OL, Garcia JAD, Nachtigall AM, Vilas Boas BM. Physicochemical characteristics, antioxidant activity, and acceptability of

strawberry-enriched ketchup sauces. *Food Chem.* 2021;340:127925.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127925>

(10) Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise se alimentos. 4. ed. Brasília; 2008. p.126.

(11) Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4. ed. Campinas: NEPA – UNICAMP; 2011.

(12) Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Universidade de São Paulo, Food Research Center. Versão 7.1. São Paulo, 2020 [acesso em: 27/09/2021]. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>.

(13) Matheus JRVM, Nogueira TBB, Pereira APA, Correia TR, Sousa AMF, Pastore GM, Pelissari FM, Miyahira RF, Fai AEC. Antibacterial films made with persimmon (*Diospyros kaki* L.), pectin, and glycerol: An experimental design approach. *J. Food Sci.* 2021. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15886>

(14) Alves G, Perrone D. Breads enriched with guava flour as a tool for studying the incorporation of phenolic compounds in bread melanoidins. *Food Chem.* 2015;185:65–74. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.110>

(15) Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 1999;299:pp. 152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

(16) Kumar V, Kumar L, Kumar K, Goyal SK, Kumar A, Jain G. Physico-chemical and Quality evaluation of tomato ketchup during storage. *South Asian Journal of Food Technology and Environment* 2015;1:250-5. <https://doi.org/10.46370/sajfte.2015.v01i03and04.07>

(17) Nasir MU, Hussain S, Qureshi TM, Nadeem M, Din A. Characterization and storage stability of tomato ketchup supplemented with date pulp. *Int. J. Agric. Appl. Sci.* 2014;6(1):57–65.

(18) Kumar K, Ray AB. Development and shelf-life evaluation of tomato-mushroom mixed ketchup. *J. Food Sci. Technol.* 2016;53:2236–2243. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2179-y>

(19) Mirzaei D, Nia AP, Jalali M. Effect of inulin and date syrup from Kaluteh variety on the qualitative and microbial properties of prebiotic ketchup. *J. Food Sci. Technol.* 2021;58:4127–38. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04877-6>

(20) Torbica A, Belović M, Mastilović J, Kevrešan Ž, Pestorić M, Škrobot D, Dapčević Hadnadev T. Nutritional, rheological, and sensory evaluation of tomato ketchup with increased content of natural fibres made from fresh tomato pomace. *Food Bioprod. Process.* 2016;98:299–309. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2016.02.007>

- (21) Bannwart GCMC, Bolini HMA, Toledo MCF, Kohn APC, Cantanhede GC. Evaluation of Brazilian light ketchups II: quantitative descriptive and physicochemical analysis. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2008;28(1):107–15. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000100016>
- (22) Pérez-Burillo S, Oliveras MJ, Quesada J, Rufián-Henares JA, Pastoriza S. Relationship between composition and bioactivity of persimmon and kiwifruit. *Food Res. Int.* 2018;105:461–72. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.022>
- (23) Fu L, Xu BT, Xu XR, Gan RY, Zhang Y, Xia EQ, Li HB. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chem.* 2011;129:345–50. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.079>
- (24) Yaqub S, Farooq U, Shafi A, Akram K, Murtaza MA, Kausar T, Siddique F. Chemistry and functionality of bioactive compounds present in persimmon. *J. Chem.* 2016:1–13. <https://doi.org/10.1155/2016/3424025>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-72>

Capítulo 72

OBTENÇÃO DE CHAYA EM PÓ COMO FORMA DE AGREGAÇÃO DE VALOR PARA AGRICULTURA FAMILIAR E UTILIZAÇÃO NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Roberta de Souza Barros¹; Mariá Toledo de Carvalho Silva²; Paulo Cezar da Cunha Junior³; Anelise Dias⁴; Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa⁵; Elisa Helena da Rocha Ferreira⁶

¹Estudante do Curso de Pós Graduação em Agricultura Orgânica- PPGAO – UFRRJ; E-mail: estudante@provedor, ²Estudante do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFRRJ; E-mail: mariahtoledo@msn.com; ³Estudante do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFRRJ; E-mail: pc.cunha.alim@gmail.com; ⁴Docente do Departamento de Fitotecnia – Dfito – UFRRJ; E-mail: anelise.dias@gmail.com; ⁵Docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFRRJ; E-mail: mivone@gmail.com; ⁶Docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFRRJ; E-mail: elisahelenarocha@gmail.com

Resumo:

Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) têm se mostrado ótimas alternativas para diversificação da alimentação, além de contribuírem para o fortalecimento da agricultura familiar. A Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*), pertencente ao gênero *Cnidoscolus* e à família Euforbiácea, é considerada uma PANC, originária da Mesoamérica e domesticada no Brasil. É uma planta perene, com hábito arbustivo, usada na alimentação e como planta medicinal. Assim como outras PANCs, possui fatores antinutricionais, principalmente o ácido oxálico, e precisa ser submetida a tratamento prévio ao consumo. A fim de garantir o consumo seguro, apresentar a chaya em pó como alternativa para comercialização da agricultura familiar e disseminar o conhecimento sobre esta planta, o estudo em questão objetivou determinar a concentração de ácido oxálico e caracterizar a composição centesimal. Como resultados, após o tratamento a chaya apresentou baixo teor de ácido oxálico solúvel (7,14 mg.100 g⁻¹), com remoção de 96,1% em 25 minutos de branqueamento, não apresentando potencial para causar malefícios à saúde humana e apresentou alto teor de proteínas (20 g.100 g⁻¹) e alto teor de fibras (39,59 g.100 g⁻¹), justificando a importância de sua introdução na alimentação.

Palavras-chave: ÁCIDO OXÁLICO, AGRICULTURA FAMILIAR, CHAYA, COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, PANC

INTRODUÇÃO

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), caracterizadas como plantas que não fazem parte do nosso cotidiano, diferente das convencionais, são

responsáveis pelo fortalecimento da agricultura familiar, pela valorização histórica e cultural destas comunidades e pela diversificação da alimentação (1).

Além disso, estão relacionadas ao manejo agroecológico, visto que a produção é comumente realizada por agricultores familiares, que não se utilizam de fertilizantes químicos e defensivos agrícolas durante o manejo. É necessário, porém, que estas plantas estejam cada vez mais inseridas no cotidiano da população pois apresentam alto potencial nutricional (1,2).

A chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) é uma destas PANCs e pertence ao gênero *Cnidoscolus* e à família das Euforbiáceas, é perene, ou sub-caducifólia, com queda das folhas durante o inverno e possui porte arbustivo, podendo alcançar seis metros de altura. Suas folhas são simples, tri ou pentalobadas e sua propagação se dá através de estaquia, com rápido enraizamento e colheita a partir de três meses, com utilização de folhas e talos na alimentação (3,4).

Originária da mesoamérica, é considerada rústica e possui boa adaptação climática no Brasil, com evidências de plantio no estado de Santa Catarina e no Rio de Janeiro (4,5). Esta planta apresenta grande potencial nutricional, como alto teor de fibras, de compostos fenólicos e capacidade antioxidante e pode ser utilizada como hortaliça e planta medicinal. Porém, apesar do potencial conhecido, há poucos estudos sobre o seu cultivo e consumo (6).

Bem como outras hortaliças, a chaya apresenta fatores antinutricionais. Entre eles, está o ácido oxálico, uma substância tóxica e que influencia na absorção de diversos minerais, como cálcio e magnésio. Sua dose letal é de 1.500mg. No entanto, a utilização de plantas alimentícias não convencionais garante a diversificação de nutrientes ingeridos, visto que apresentam compostos bioativos que trazem benefícios à saúde e geralmente possuem mais fibras, compostos antioxidantes e proteínas que as fontes de hortaliças convencionais, necessitando cada vez mais de estudos que evidenciem seu potencial nutricional e comprovem a segurança de seu consumo após o processamento (4,7,8,9).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi produzir a chaya em pó, determinando as condições de processamento necessárias para garantir níveis seguros de ácido oxálico, e caracterizar o pó obtido. Dessa forma, promover o consumo seguro da chaya e propor a chaya em pó como alternativa para a diversificação da dieta humana e para comercialização da agricultura familiar.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram colhidos 500 g de chaya, de forma manual, em propriedade situada no município de Itaguaí – Rio de Janeiro, aproximadamente em latitude -22,852425° e longitude -43,827839°. A chaya foi selecionada, lavada em água corrente para a retirada das sujidades grosseiras. Em seguida, foi sanitizada por imersão em solução de hipoclorito de sódio (com concentração de 200 ppm de cloro livre) por 15 minutos. Após esse período, a chaya foi lavada em água corrente para remoção do cloro residual e centrifugada em centrífuga manual doméstica.

Devido à presença de compostos anti-nutricionais na chaya, em especial, o ácido oxálico, que, quando acumulado, pode causar danos renais aos humanos, foi necessária a aplicação de um branqueamento, assistido pelo doseamento de ácido oxálico total e

solúvel, a fim de verificar o tempo necessário para a eliminação da parcela solúvel desse componente.

Foram adicionados 100 g de chaya *in natura* a 2 litros de água potável a 80 °C. Em intervalos de 5 minutos por um período total de 25 minutos, foram retiradas amostras de 7 g, aproximadamente, que foram resfriadas em banho de gelo, trituradas e adicionadas a dois líquidos distintos: água destilada – para a determinação do ácido oxálico solúvel; solução de HCl 2 N – para a determinação de ácido oxálico total (10).

Os sistemas foram aquecidos em banho-maria 80 °C por 30 minutos, resfriados a temperatura ambiente, filtrados para balões volumétricos de 100 mL com papel filtro, com correção do volume com o líquido utilizado (água ou HCl 2 N). O conteúdo de ácido oxálico foi determinado por titulométrica, utilizando 25 mL de cada um dos extratos obtidos como titulado e permanganato de potássio 0,02 M como titulante. O tempo de branqueamento adequado foi determinado a partir da estabilização do teor de ácido oxálico solúvel (11).

Após o branqueamento, as folhas e talos de chaya foram dispostos em bandejas metálicas perfuradas e submetidas à secagem a 200 °C, em forno doméstico convencional, por um período de 30 minutos, aproximadamente, triturados em liquidificador industrial e peneirados em peneira com abertura de 0,08 mm. Todo o processo foi realizado de forma a simular o processamento possível de ser realizado por produtores rurais, utilizando sua estrutura atual. Por fim, o pó obtido foi armazenado em embalagens herméticas sob refrigeração (4 °C).

O rendimento da chaya em pó foi calculado com base nos teores de umidade removidos durante o processamento, tendo como base a massa inicial de chaya utilizada, conforme a Equação 1:

$$\text{Rendimento}(\%) = \left(\frac{m}{M}\right) \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Em que: M é a massa de chaya, em gramas, antes do processamento; m é a massa final, em gramas, de chaya em pó obtido após o processamento.

A composição química da chaya em pó foi avaliada a partir da determinação dos teores de umidade, proteínas, lipídios, cinzas, fibra alimentar total e teor de amido total, seguido os procedimentos descritos em estudos anteriores, com pequenas adaptações. O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença em matéria seca, entre 100 e a soma de lipídios, cinzas, proteínas e fibra alimentar total (12).

A Figura 1 apresenta a folha de chaya antes e após o branqueamento e o resultado da chaya em pó.

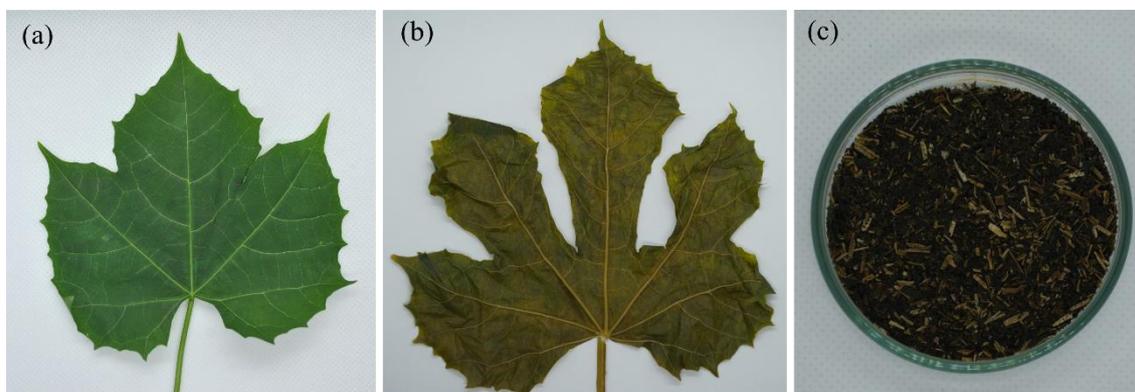


Figura 1. (a) Folha de chaya antes do processamento; (b) Folha de chaya após o branqueamento; (c) Chaya em pó.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A chaya em pó não submetida ao branqueamento possuía 7,14 mg de ácido oxálico, valor mais baixo quando comparado a outras hortaliças como couve (38,09 mg), brócolis (60,53 mg), couve-flor (49,66 mg) e ora-pro-nóbis (entre 40 e 60 mg) (16,17). Após o branqueamento, houve redução significativa à medida que o tempo de branqueamento aumentou, conforme apresentado na Figura 2.

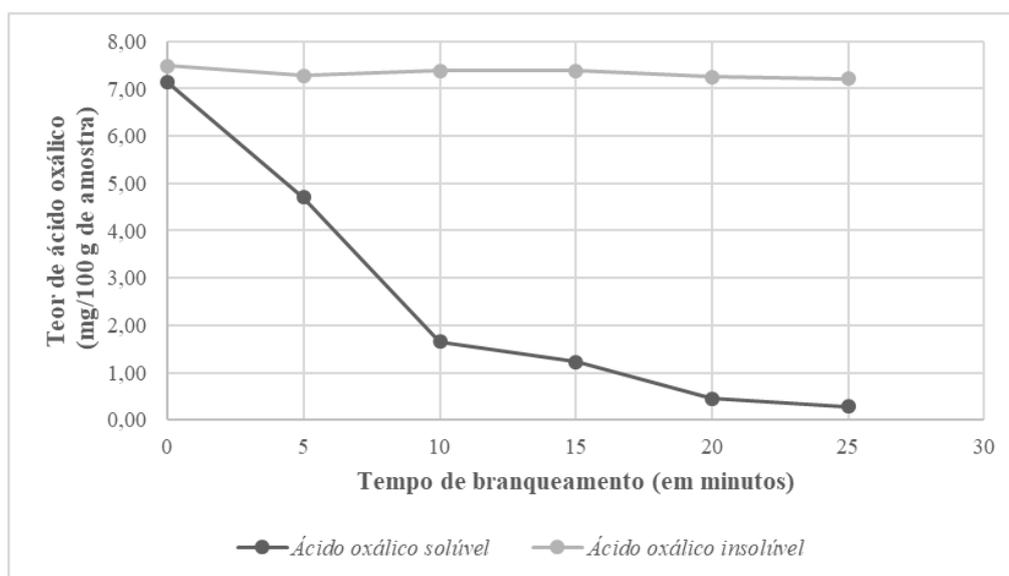


Figura 2. Gráfico da relação entre o teor de ácido oxálico e o tempo de branqueamento na chaya.

Foi observada uma redução de 76,9% de ácido oxálico após 10 minutos de branqueamento e 96,1% após 25 minutos, valor superior aos 30% em 10 minutos de cocção, apresentados em outros estudos (16). Tais resultados indicam que a realização de um branqueamento a 80 °C por 25 minutos foi satisfatória para reduzir o teor de ácido oxálico até níveis seguros para a saúde humana. Devido a insolubilidade, não foi observada redução no teor de ácido oxálico insolúvel com a aplicação do branqueamento (Figura 2).

Foi observado um rendimento de 36,84% com a aplicação de secagem em forno doméstico convencional. Os resultados da composição centesimal da chaya em pó estão descritos na Tabela 1. O teor de cinzas encontrado na chaya em pó foi menor do que o encontrado em espécies de ora-pro-nóbis, entre 12,57 e 14,81 g (17).

Tabela 1. Composição centesimal de chaya em pó (g 100 g⁻¹ matéria seca).

Composição Centesimal	
Parâmetro	Teor (%)
Umidade	5,72 ± 1,46
Fibras	39,59 ± 1,46

Carboidratos	19,76 ± 0,53
Proteínas	19,97 ± 1,17
Cinzas	7,68 ± 0,43

Em 100 g de chaya em pó foram encontrados cerca de 20 g de proteína, o que corresponde a um valor alto, quando comparado a alimentos fonte de proteína de origem vegetal, como o feijão preto cozido e a aveia em flocos, 4,8 e 13,9 de proteína, respectivamente (18). Tal valor permite que seja feita a alegação de “alto conteúdo de proteínas”, uma vez que supera os 12 g por 100 g preconizados pela RDC 54 de 12 de novembro de 2012 (19).

Além disso, o resultado encontrado na chaya em pó foi maior que o teor relatado em outros vegetais, convencionalmente conhecidos como boas fontes de proteína vegetal, como ora-pro-nóbis (29 g), taioba (25,59 g) e rama de cenoura (15,12 g) (17, 20, 21).

Quanto a fibra alimentar, o valor encontrado foi de 39,6 %, de modo que pode ser feita a alegação de “alto conteúdo de fibras”, uma vez que apresenta mais de 6 g de fibra para cada 100 g de produto e mais de 5 g de fibras por porção (19). Este valor supera alimentos considerados ricos em fibras alimentares, como cereais e leguminosas e apresentou valor mais alto do que o encontrado nas espécies de ora-pro-nóbis, cerca de 20 g de fibra alimentar (17, 18). Tal resultado evidencia que a chaya em pó se apresenta como uma alternativa promissora para elevar o consumo de fibras na alimentação humana, estando em consonância com políticas e recomendações nutricionais mundiais, que encorajam que uma maior ingestão de fibras originadas de grãos, vegetais e frutas (22).

A partir da composição centesimal, foi elaborada a rotulagem nutricional para fornecer aos agricultores familiares da região para a comercialização do produto. Foi considerada uma porção de 15 g, respeitando o valor de aproximadamente 30 kcal por porção, determinado para o grupo II (verduras, hortaliças e conservas vegetais (23). A informação nutricional está apresentada na Figura 3.

Figura 3. Informação nutricional da chaya em pó.

Informação Nutricional		
Quantidade por porção: 15 g		
Medida caseira: 1 colher de sopa		
	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor Calórico	34 kcal = 143 kJ	2
Carboidratos	3,0 g	1
Proteínas	3,0 g	4
Gorduras totais	1,1 g	2
Gorduras saturadas	1,1 g	5
Gorduras trans	0 g	VD não estabelecido
Fibra alimentar	5,9 g	24

Sódio	7,5 mg	0
(*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.		

CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados é possível concluir que, embora a chaya apresente fatores antinutricionais como ácido oxálico, a aplicação de branqueamento a 80 °C por 25 minutos foi suficiente para reduzir a sua concentração a níveis seguros para o consumo humano.

O pó desenvolvido apresentou alto teor de proteína, podendo ser utilizada na complementação de dietas, visto a dificuldade de acesso de várias pessoas à proteína de origem animal, ela se mostra uma opção viável ao consumidor, inclusive em dietas vegetarianas e veganas. Outro aspecto importante é seu alto teor de fibras, que pode influenciar em melhoria do funcionamento do sistema gastrointestinal.

Destaca-se a importância de inserir esta hortaliça na alimentação humana e em pesquisas, a respeito de seu cultivo e de sua inserção na composição de produtos processados, que podem ser utilizados por agricultores familiares a fim de agregar valor a um produto pouco consumido.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que contribui para o avanço da sociedade e do país através do ensino público, gratuito e de qualidade.

À CAPES e ao CNPq, que através do incentivo a pesquisa, permitem sua relação com ensino e extensão, possibilitando que novas tecnologias sejam levadas ao campo.

Aos Programas de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e de Agricultura Orgânica por permitirem a formação de profissionais com visão multidisciplinar sobre a produção de alimentos, do campo até a mesa.

Ao Laboratório Instrumental do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, que possibilitou a realização das análises.

À Feira da Agricultura Familiar da UFRRJ, que serve como instrumento de fortalecimento dos produtores, contribui para a segurança alimentar, oportuniza a troca de saberes e aumento da renda local. A produtora Sonira Barbosa, da FAF Rural, que forneceu a chaya para que pudéssemos realizar as análises.

Por fim, à disciplina de Agroindustrialização de Alimentos Orgânicos de Origem Vegetal, que contribuiu para a reflexão sobre a necessidade de informar produtores e consumidores sobre este produto e que, posteriormente, deu origem ao artigo.

REFERÊNCIAS

1. Paschoal, V, Valente, FLS, Lobato, E, Madeira, N. Plantas Alimentícias Não Convencionais & Saúde [Internet]. 1ª edição, v.1, Editora Ltda, São Paulo, 20p, 2020 [acesso em: 10 Out 2021]. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1132694/1/Panc-para-nossa-Sau769de.pdf>

2. Callegari, CR, Mattos Filho, AM. Plantas Alimentícias Não Convencionais – PANCs. Santa Catarina: Epagri; 2017. Boletim Didático, 142.
3. Ross-Ibarra J, Molina-Cruz, A. The ethnobotany of Chaya (*Cnidocolus aconitifolius* SSP. *Aconitifolius breckon*): A nutritious Maya Vegetable. *Economic Botany*, New York Bot. Gard., 2002;56(4):350-65.
4. Ross-Ibarra J. Origen y domesticación de la chaya (*Cnidocolus aconitifolius* Mill I. M. Johnst): la espinaca Maya. U.C. Press, 2003;19(2):287–302.
5. Santos, AP, Maia, RC, Borges, PV. A trajetória da Chaya na Serra da Misericórdia. [Internet] AS.PTA; 2019 [acesso em 11 Out 2021]. Disponível em: <http://aspta.org.br/article/a-trajetoria-da-chaya-na-serra-da-misericordia/>.
6. Kinupp, VF, Lorenzi, H. Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. 2.ed. São Paulo: Plantarum, 2014.
7. Santos CM. Caracterização e Utilização de Subprodutos do Mamão (*Carica papaya* L.) [tese]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2015.
8. Kinupp, VF, Barros, IBI. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. *Cienc. Aliment. Tecnol.*, Campinas. 2008;28(4):846-57;
9. Liberato, PS, Lima, DVT, Silva, GMB. PANCs - Plantas Alimentícias Não Convencionais e Seus Benefícios Nutricionais. *Environ. Smoke*. 2019;2(2):102–11.
10. Al-Wahsh, IA, Wu, Y, Liebman, M. A comparison of two extraction methods for food oxalate assessment. *J. Food Res*. 2012;1(2):233-9.
11. Naik, VV, Patil, NS, Aparadh, VT, Karadge, BA. Methodology in determination of oxalic acid in plant tissue: an comparative approach. *J. Glob. Trends Pharm. Sci.*, 2014;5(2):1662-72.
12. Instituto Adolfo Lutz - IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
13. Swain, T.; Hillis, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.—The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric*. 1959;10(1):63–68.

14. Rufino, M. Do S. M.; Alves, R. E.; Brito, E. S. De; Pérez-Jiménez, J.; Saura-Calixto, F.; Mancini-Filho, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chem.* 2010;121(4):996–1002.
15. Thaipong, K.; Boonprakob, U.; Crosby, K.; Cisneros-Zevallos, L.; Hawkins Byrne, D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J. Food Compos. Anal.*, 2006; 19(6–7):669–75.
16. Santos MAT dos. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli, couve-flor e couve. *Ciênc. Agrotec.* 2006;30(2):294-301.
17. Almeida, MEF. et al. Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. *Biosc. J.* 2004; 30:431-9.
18. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Universidade Estadual de Campinas. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4ª Edição. Campinas: Nepa-Unicamp; 2012.
19. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº. 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico Sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial União 13 nov 2012.
20. Pinto AVD, Fernandes SM, Thé PMP, Carvalho VD. Variabilidade da composição centesimal, vitamina C, ferro e cálcio de partes da folha de taioba. *Rev. Bras. de Agrociência.* 2001;7(3):205-8
21. Pereira, GIS.; Pereira, RGFA, Barcelos, MFP, Moraes, AR. Avaliação química da folha de cenoura visando ao seu aproveitamento na alimentação humana. *Ciênc. Agrotec.* 2003;27(4):852-7.
22. Delcour JA, Aman P, Courtin CM, Hamaker BR, Verbeke K. Prebiotics, Fermentable Dietary Fiber, and Health Claims. *Adv Nutr.* 2016;7:1–4.
23. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). - Resolução nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Diário Oficial União. 13 nov. 2012.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-73>

Capítulo 73

GELEIAS DO CERRADO

Amaury Bento Junqueira Villela¹; Júlia Nascimento Caldas²; Tatiana Nunes Amaral³

¹Estudante do Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia – ICT – UFVJM; E-mail: amaury.villela@ufvjm.edu.br; ²Discente do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFVJM. E-mail: julia.caldas@ufvjm.edu.br; ³Docente do curso de Engenharia de Alimentos – ICT – UFVJM; E-mail: tatiana.amaral@ict.ufvjm.edu.br.

Resumo: Boa parte das frutas são alimentos altamente perecíveis e, para evitar perdas, elas podem ser processadas de forma a produzir um alimento com prazo de validade maior, como por exemplo, a geleia. O processamento de frutos do cerrado é relevante, pois, além de evitar perdas, também traz valorização para a região e pode gerar produtos de características sensoriais agradáveis que ainda não estão amplamente disponíveis no mercado. Já foram realizadas algumas pesquisas relacionadas à produção destas geleias, abordando assuntos como otimização das características sensoriais, qual destas características tem maior impacto na aceitação final pelo consumidor, impactos do processamento e do armazenamento, adição de prebióticos para obter maior valor nutricional e utilização de pectina extraída de pequi como ingrediente para geleias *light*. O objetivo desta revisão é auxiliar na divulgação do assunto e agrupar os conhecimentos obtidos a partir das pesquisas, para que possa ser usado como base para pesquisas posteriores.

Palavras-chave: Conservação; frutos; pectina; processamento; regionalidade

INTRODUÇÃO

As frutas são alimentos perecíveis, podendo haver grandes perdas se não forem consumidas rapidamente. O processamento destas em geleia é uma maneira de evitar esse problema, uma vez que passará por aquecimento que inativará enzimas e reduzirá carga microbiológica degradante e a alta concentração de açúcar que aumentará pressão osmótica reduzindo a atividade de água (1,2). É possível produzir geleias a partir de diversas frutas, como por exemplo, das frutas nativas do Cerrado Brasileiro.

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, contendo cerca de dois milhões de km², e possui uma rica flora contendo diversas espécies de árvores, arbustos e gramíneas. As características principais da vegetação são árvores de médio porte com troncos retorcidos e casca espessa, com vegetação rasteira entre elas (3). As frutas nativas da região são conhecidas por possuírem sabor e aroma intensos e característicos, além de

compostos químicos com valor nutricional - vitaminas, minerais e compostos com atividade antioxidante. Alguns exemplos de frutos da região citada são araticum, cagaita, mangaba e buriti (4).

Segundo a resolução normativa nº15/78, do Conselho Nacional de Saúde (BR), geleia “é o produto preparado com frutas e/ou sucos ou extratos aquosos das mesmas, podendo apresentar frutas inteiras, partes e/ou pedaços sob variadas formas, devendo tais ingredientes ser misturados com açúcares, com ou sem adição de água, pectina, ácidos e outros ingredientes permitidos” (5).

A partir do exposto, pode-se presumir que o processamento de frutas do cerrado em geleias é uma possível forma de evitar a perda de colheitas e desenvolver produtos com valor sensorial e nutricional, tendo também a vantagem de trazer valorização ao Cerrado e à sua vegetação nativa. O objetivo desta revisão é auxiliar na divulgação do assunto e agrupar os conhecimentos obtidos a partir das pesquisas, para que possa ser usado como base para pesquisas posteriores.

METODOLOGIA

Para a seleção e escolha dos artigos foi utilizada a base de dados “Web of Science”, disponibilizada no Portal de Periódicos Capes. Utilizando as palavras “jam” e “cerrado” para a busca, na categoria “topic”, foram encontrados oito resultados. Destes oito, apenas seis foram selecionados para serem revisados neste artigo, já que um deles não tinha como assunto geleias e outro tinha por assunto conservas em geral, não se tratando apenas de geleias. As buscas foram realizadas entre os dias 01/08/2021 e 10/10/2021.

APRESENTAÇÃO DOS ARTIGOS

No Quadro 1 pode-se ter uma visão geral dos artigos selecionados com dados dos frutos utilizados, o objetivo geral do artigo e os autores.

Quadro 9 – Apresentação geral dos artigos selecionados

Nome	Frutos	Objetivo	Autoria
Pectina extraída da casca de pequi e aplicação em geleia <i>light</i> de manga	Pequi, manga	Extração de pectina, geleia <i>light</i>	Siqueira <i>et al.</i> (2012)
Multivariate approaches for optimization of the acceptance: optimization of a Brazilian cerrado fruit jam using mixture design and parallel factor analysis	Araticum, graviola, maracujá, murici e jenipapo	Otimização da formulação (?)	Souza <i>et al.</i> (2012)

In vivo effects of prebiotic sugar free Brazilian cerrado fruits jam	X	Prebióticos	Gonzaga <i>et al.</i> (2018)
Effect of processing, storage and type of glass packaging on the quality of jelly produced from a Brazilian cerrado fruit	Curriola	Processamento e armazenamento	Cunha <i>et al.</i> (2020)
Impact of processing, packages, and storage on the quality of mangaba (<i>Hancornia speciosa</i>) jelly	Mangaba	Processamento e armazenamento	Zitha <i>et al.</i> (2020)
The influence of sensory attributes on overall liking by a gamma regression model: an analysis of Cerrado mixed fruits jam	Araticum, graviola, maracujá, murici e jenipapo	Atributos sensoriais	Pereira <i>et al.</i> (2021)

Fonte: autoria própria, adaptado de Siqueira *et al.* (2012), Souza *et al.* (2012) Gonzaga *et al.* (2018), Cunha *et al.* (2020), Zitha *et al.* (2020) e Pereira *et al.* (2021)

Os artigos citados no Quadro 1 foram utilizados para a elaboração da presente revisão. Como pode ser observado, seus objetivos são variados, desde a otimização de formulações de geleias mistas de frutos do cerrado até a extração de pectina do pequi para posteriormente ser utilizada na produção de geleias *light*. Dentre esses sete artigos, diversos frutos do cerrado são abordados, como araticum, graviola, mangaba e murici.

FORMULAÇÕES

Os artigos de Souza *et al.* (2012), Siqueira *et al.* (2012), Cunha *et al.* (2020) e Zitha *et al.* (2020) apresentam estudos das formulações das geleias, demonstradas no Quadro 2.

Quadro 2 –Formulações de geleias de frutos do Cerrado.

Aditivo/Ingredient e (%)	Souza <i>et al.</i> (2012)	Siqueira <i>et al.</i> (2012)	Cunha <i>et al.</i> (2020)	Zitha <i>et al.</i> (2020)

Polpa				
Araticum	20			
Curriola			5 0	
Graviola	17,5			
Manga		Não informado		
Mangaba				50
Maracujá	12,5			
Açúcar	50	Não informado	5 0	50
Ácido cítrico	6*	0,7	* 1	
Pectina HM	1,5*		* 1	1*
Pectina LM		0,5		
Cloreto de sódio		0,11		
Edulcorante sucralose		0,1		

*Quantidade de ácido cítrico e pectina expressa em relação à massa total (polpa + açúcar).

Fonte: Adaptado de Souza *et al.* (2012), Siqueira *et al.* (2012), Cunha *et al.* (2020) e Zitha *et al.* (2020).

Com relação às formulações de geleia utilizadas nos artigos, ressalta-se que em todas apresenta polpa, açúcar e pectina, sendo que pectina LM (baixo teor de metoxilação) foi utilizada na formulação da geleia *light*, enquanto pectina HM (alto teor de metoxilação) foi utilizada nas outras demais. A maioria delas também possui ácido cítrico, sendo ausente apenas na formulação elaborada por Zitha *et al.* (2020).

Pectina e ácido cítrico são aditivos amplamente utilizados em geleias e desempenham funções tecnológicas. A pectina é um polissacarídeo responsável por

promover a gelificação do meio. Isso se dá através da ligação entre diferentes cadeias de pectina, que retém moléculas de água e causa um aumento na viscosidade (2,6). Para que a pectina exerça essa função, é necessário pH em torno de 3,2, sendo esta a razão da aplicação do ácido cítrico nas formulações de geleia.. O açúcar também exerce um importante papel, pois ele interage com as moléculas de água, diminuindo a hidratação da pectina (2,6).

Entre os trabalhos notam-se diferenças quanto à quantidade final de sólidos solúveis. No procedimento feito por de Souza *et al.* (2012), a cocção foi mantida até a geleia atingir 75° Brix de sólidos solúveis. Por outro lado, na geleia feita por Zitha *et al.* a cocção foi mantida até 67,5° Brix. Na geleia feita por Siqueira *et al.* (2012), a quantidade final de sólidos solúveis foi 49° Brix (se trata de uma geleia *light*).

USO DE PECTINA EXTRAÍDA DA CASCA DO PEQUI NA FORMULAÇÃO DE GELEIAS

Além das polpas de frutos do cerrado poderem ser utilizadas nas fabricações de geleias, foi também concluído na pesquisa feita por Siqueira *et al.* (2012), que da casca do pequi pode ser extraída a pectina, que por sua vez pode ser utilizada na formulação de geleias. Isto é interessante, já que traz uma utilidade para a casca do pequi, que é muitas vezes descartada (7).

Na pesquisa citada, foi feita uma geleia *light* de manga utilizando a pectina extraída da casca do pequi, e em seguida análise sensorial desta geleia e também de uma geleia com formulação semelhante, porém utilizando pectina comercial ao invés da extraída da casca do pequi. Os resultados foram positivos: em todos os atributos, a geleia com pectina da casca do pequi obteve resultados positivos para aceitação, e para a maioria dos atributos, os resultados foram quase tão bons quanto os obtidos para a geleia com pectina comercial na formulação (7).

A pectina foi extraída utilizando farinha da casca de pequi em meio acidificado por ácido cítrico. Após a extração, a amostra foi resfriada e filtrada, e em seguida foi adicionado álcool etílico ao filtrado, para que ocorresse a precipitação da pectina. Foi possível extrair uma quantidade considerável, variando entre 14,89 e 55,86 g por 100 g de farinha de casca de pequi. O rendimento pode sofrer alterações, mediante fatores como temperatura e concentração de ácido cítrico utilizada na extração (7).

Observou-se que a pectina extraída possuía um baixo teor de esterificação, o que faz com que ela seja interessante para a elaboração de geleias *light*, já que este tipo de pectina proporciona geleificação mesmo sem a presença de açúcar, desde que haja a presença de cátions bivalentes na formulação (6,7).

CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS

Nos artigos revisados, a maior parte das geleias submetidas à análise sensorial obtiveram resultados positivos de aceitação. As exceções foram as formulações que continham grandes quantidades de polpa de murici e jenipapo, no trabalho realizado por

de Souza *et al.* (2012). Contudo, aquelas que continham pequenas quantidades dessas polpas tiveram boa aceitação (8).

Alguns métodos estatísticos podem ser utilizados para fazer a otimização sensorial das geleias de frutos do Cerrado, como foi realizado no artigo supracitado. Os métodos utilizados foram a análise de fator paralelo (para otimização da formulação) e o método de regressão gama para determinar qual atributo sensorial possui a maior influência sobre a aceitação final de geleias de frutos do Cerrado (8,9).

Após as pesquisas, foi inferido que o fator aparência, que está também associado à cor da geleia, teve o maior impacto sobre a aceitação geral do produto pelos provadores. Além disso, a combinação de polpas que foi melhor avaliada para a composição da geleia foi 40 % de araticum, 35 % de graviola e 25 % de maracujá (jenipapo e murici, apesar de terem sido utilizados na pesquisa, não estão presentes na composição otimizada) (8).

O Quadro 3 apresenta os resultados das análises sensoriais realizadas pelos autores dos artigos revisados, assim como a metodologia utilizada. Pode-se ressaltar a aplicação do teste de aceitação com escala hedônica presente em todos os artigos, sendo também presente nos trabalhos de Cunha *et al.* (2020) e Zitha *et al.* (2020), o teste de intenção de compras.

Quadro 3 – Metodologia e resultados das análises sensoriais

Autoria	Metodologia	Resultados
Souza <i>et al.</i> (2012)	Teste de aceitação utilizando escala hedônica de 9 pontos	A utilização das polpas de jenipapo e murici teve contribuição negativa à aceitação da geleia. A composição otimizada continha apenas polpa de araticum, graviola e maracujá.
Siqueira <i>et al.</i> (2012)	Teste de aceitação utilizando escala hedônica	A geleia elaborada com pectina comercial teve aceitação levemente maior que a elaborada com pectina da casca do pequi (2,7%).
Cunha <i>et al.</i> (2020)	Teste de aceitação utilizando escala hedônica de 9 pontos e intenção de compra usando escala hedônica de 5 pontos	O tempo de armazenamento das geleias teve um impacto sobre suas características sensoriais. A intenção de compra foi média.
Zitha <i>et al.</i> (2020)	Teste de aceitação utilizando escala hedônica de 9 pontos e intenção de compra usando escala hedônica de 5 pontos	O tempo de armazenamento impactou as características sensoriais da geleia, sendo que ao final de doze meses a aceitação geral foi maior que a inicial. A intenção de compra foi alta.

Pereira <i>et al.</i> (2021)	Teste de aceitação utilizando escala hedônica de 9 pontos	A aparência foi o fator de maior influência na aceitação das geleias.
------------------------------	---	---

Fonte: Adaptado de Souza *et al.*, Siqueira *et al.*, Cunha *et al.*, Zitha *et al.* e Pereira *et al.*

PREBIÓTICOS

Tendo em vista a demanda dos consumidores por alimentos funcionais, a utilização de prebióticos nas composições de alimentos se mostra interessante. Essas são substâncias que podem ser metabolizadas pelas bactérias da microbiota intestinal, gerando compostos que são benéficos à saúde, além de reprimir o crescimento de bactérias patogênicas. As geleias de frutos do cerrado podem ser um possível meio de consumo destes, o que aumentaria o valor agregado do produto final, que se tornaria mais nutritivo (10).

Para verificar se a geleia enriquecida com prebióticos realmente traz o efeito desejado, podem ser realizados estudos *in vivo*, como no estudo e Gonzaga *et al.* (2018). Para isso, são analisados o comportamento alimentar de ratos (se ele está se alimentando mais, menos ou normalmente), assim como as suas fezes. Foram elaboradas algumas dietas contendo geleias com os prebióticos FOS e polidextrose, para alimentar ratos da linhagem Wistar (10).

Entretanto, após análise das fezes dos roedores ao longo de trinta dias, não foram observadas diferenças entre dos ratos que possuíam e não possuíam geleia com prebióticos em sua dieta. Segundo os autores, um possível motivo para isso é que os experimentos foram conduzidos em um curto período de tempo e, portanto, ainda é necessário estudos posteriores para se saber se este tipo de alimento pode apresentar atividade prebiótica (10).

IMPACTOS DO PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO

Foram encontrados dois artigos que tratam sobre os impactos do processamento e armazenamento nas propriedades físico-químicas da geleia. Enquanto em um a geleia analisada foi de mangaba, a outra foi de curriola.

Para determinar o efeito do processamento da polpa de mangaba em geleia, Zitha *et al.* (2020) realizaram diversos testes físico-químicos com a polpa e a geleia, e compararam os resultados. Houve considerável variação nos resultados, como era de se esperar. Houve aumento na quantidade de sólidos solúveis, devido à adição de sacarose e aquecimento (11).

No processamento da geleia de curriola, também houve alterações semelhantes. Houve redução da atividade de água, da acidez titulável e do pH, e aumento de sólidos solúveis. Também apresentou variação na cor: foi observado um escurecimento, possivelmente causado por reações não enzimáticas e oxidação de pigmentos (12).

Quanto ao armazenamento, foram observadas mudanças nas propriedades das geleias com o passar do tempo. Na geleia de mangaba houve aumento na umidade e

diminuição na quantidade de lipídeos e proteínas. Contudo, não ocorreram alterações significativas na quantidade de cinzas e fibras. Na quantidade de sólidos solúveis, houve inicialmente um aumento seguido de um decréscimo. Também houve redução na atividade de água e no pH, e aumento na acidez titulável (11).

A análise dos impactos do armazenamento sobre a geleia de curriola também foi feita ao longo de um ano e ocorreram alterações parecidas, havendo pequenas diferenças. Por exemplo, na acidez titulável, também houve inicialmente decréscimo, porém com um leve aumento no final (após cerca de nove meses) (12).

Outra análise relevante sobre os efeitos do armazenamento é a microbiana, que é necessária para se saber a durabilidade do produto. Essas análises foram feitas para as geleias de mangaba e curriola, e foi observado que, para ambas, a quantidade de leveduras, bolores, coliformes e *Salmonella sp* estava dentro dos valores permitidos pela legislação, mesmo após doze meses. Isso indica que as geleias foram processadas e armazenadas de forma correta, e que este tipo de alimento pode ter uma longa validade (11,12).

CONCLUSÕES

Tendo em vista os dados analisados, pode-se concluir que o processamento de frutas em geleias é um bom meio de conservação de alimentos e que uma maior utilização de frutos do cerrado para este fim teria a vantagem de trazer uma valorização para a região, além de possibilitar a fabricação de geleias nutritivas e sensorialmente agradáveis.

Contudo, foi encontrada na base *Web of Science* uma quantidade de artigos relativamente pequena sobre o tema, o que indica que é um assunto que ainda possui muito potencial a ser explorado.

REFERÊNCIAS

1. Bekele M, Satheesh N, Sadik J. Screening of Ethiopian mango cultivars suitability for preparing jam and determination of pectin, sugar, and acid effects on physico-chemical and sensory properties of mango jam. *Scientific African*. 2020; volume 7.
2. Oliveira E, Feitosa B, Souza R. *Tecnologia e Processamento de Frutas – Doces Geleias e Compotas*. Editora IFRN; 2018.
3. Ratter JA, Ribeiro JF, Bridgewater, S. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. *Annals of Botany*. 1997; 80: 223-230.
4. Schiassi MC, Souza VR, Lago AM, Campos LG, Queiroz F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. *Food Chemistry*. 2018; 245: 305-311.

5. Conselho Nacional de Saúde (BR). Resolução normativa nº15/78. [Acesso em 20 out 2021]. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/afeira/produtos/hortalicas/geleia-de-pimentao/legislacao>
6. Damodaran S, Parkin K, Fennema O. Química de Alimentos de Fennema. 4º ed. Artmed; 2010.
7. Siqueira BD, Alves LD, Vasconcelos PN, Damiani C, Soares MS. Pectina Extraída de Casca de Pequi e Aplicação em Geleia *light* de Manga. Revista Brasileira de Fruticultura. 2012; 35: 71-79.
8. Souza V, Pereira P, Pinheiro AC, Nunes C, da Silva T, Borges S, Queiroz F. Multivariate approaches for optimization of the acceptance: optimization of a Brazilian cerrado fruit jam using mixture design and parallel factor analysis. Journal of Sensory Studies. 2012; 27: 417-424.
9. Pereira P, Souza V, Schiassi MC, Dias AC, Queiroz F, Pinheiro AC, Borges S, Cirillo M. The influence of sensory attributes on overall liking by a gamma regression model: an analysis of Cerrado mixed fruits jam. Food Science and Technology. 2021; 41: 702-707.
10. Gonzaga D, Pereira R, Silva A, Borges S, Carneiro J, Sousa R, Angelis-Pereira M. In vivo effects of prebiotic sugar free Brazilian cerrado fruits jam. Nutrition and Food Science. 2018; 48: 177-190.
11. Zitha E, Machado P, Junqueira L, João E, Resende J, Carvalho E, Boas E. Impact of processing, packages, and storage on the quality of mangaba (*Hancornia speciosa*) jelly. Journal of Food Processing and Preservation. 2020; 44:e14814.
12. Cunha M, Silva J, Guimarães J, Carvalho E, Boas E. Effect of processing, storage and type of glass packaging on the quality of jelly produced from a Brazilian cerrado fruit. Food Science and Technology. 2020; 40: 661-680.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-74>

Capítulo 74

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BLENDA POLIMÉRICA SUSTENTÁVEL PARA USO COMO EMBALAGEM DE ALIMENTOS

Clara Suprani Marques¹; Rafael Resende Assis Silva²; Tarsila Rodrigues Arruda¹; Marali Vilela Dias³; Hyago de Castro Rodrigues⁴; Gabriela Camila Pinto⁴; Nilda de Fátima Ferreira Soares⁵

¹Estudante de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos-DTA-UFV; E-mail: clara.marques@ufv.br; tarsila.arruda@ufv.br. ²Estudante de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais-PPGCEM/UFSCAR; E-mail: rafaelras@estudante.ufscar.br; ³Professora do Departamento de Tecnologia de Alimentos – UFPA; E-mail: maralivileladias@gmail.com; ⁴Estudante do curso de Engenharia de Alimentos-DTA-UFV; E-mail: hyago.rodrigues@ufv.br; gabriela.camila@ufv.br. ⁵Professora do Departamento de Tecnologia de Alimentos-DTA-UFV. E-mail: nfsoares@ufv.br

Resumo: Zeína (Ze) e acetato de celulose (AC) são polímeros de base biológica estudados, em separado, para elaboração de embalagens biodegradáveis. Contudo, o desempenho mecânico apresentado é inferior aos plásticos convencionais. Nesse contexto, objetivou-se a elaboração e caracterização de uma blenda, ou mistura, polimérica AC:Ze a fim de obter um novo material com características melhoradas. Diferentes proporções mássicas AC:Ze foram testadas, bem como diferentes plastificantes, e o filme proveniente da melhor combinação proporção/concentração de plastificante foi caracterizado em relação à estabilidade térmica e propriedades mecânicas. A combinação proporção AC:Ze 60:40 e o plastificante tributirina na concentração de 30% originou filmes com aspecto mais uniforme e menor quantidade de defeitos, sendo a escolhida para as análises de caracterização. Ocorrência de interações AC:tributirina:Ze aumentaram a estabilidade térmica dos compostos na blenda quando comparados com seus padrões analisados em separado. Resultados do ensaio mecânico mostraram compatibilidade dos materiais por meio de aditividade. Embora a blenda tenha apresentado desempenho mecânico inferior ao verificado para o filme AC, seu desempenho foi superior ao filme elaborado com zeína, cuja análise mecânica foi inviabilizada pela acentuada fragilidade do material. Dessa forma, o estudo de formação de blenda polimérica AC:Ze com tributirina como plastificante permitiu a obtenção de um filme com propriedades melhoradas em relação ao filme de zeína, ampliando o leque de aplicações desse polímero em relação ao seu uso como possível embalagem biodegradável para alimentos.

Palavras-chave: acetato de celulose; bioplásticos; embalagens de alimentos; polímeros; zeína

INTRODUÇÃO

Os plásticos revolucionaram o setor de embalagens, em especial o segmento voltado para a produção de embalagens de alimentos. Devido ao baixo custo, durabilidade, versatilidade, transparência, bem como interessantes propriedades térmicas, mecânicas e de barreira, esses materiais se tornaram grandes aliados na conservação de vários tipos de alimentos. Contudo, o impacto ambiental gerado pelo descarte incorreto dos plásticos caracteriza-se como um problema emergente tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana (1,2). Nesse contexto, alternativas são propostas visando a redução da produção e consumo de plásticos oriundos de fontes fósseis, tais como a reciclagem e o uso de “plásticos” de origem natural e renovável, *i.e.* os bioplásticos (2).

Os bioplásticos, ou polímeros bio-baseados, são polímeros de base biológica derivados da biomassa, podendo ou não ser biodegradáveis (3). Dentre os polímeros estudados como alternativas sustentáveis aos plásticos convencionais, destacam-se o acetato de celulose (AC) e a zeína (Ze). O AC é um derivado hidrofóbico da celulose que dá origem a filmes transparentes e biodegradáveis (4). Além disso, a legislação brasileira permite seu uso como componente de embalagem para contato direto com alimentos (5). Ze, por outro lado, é uma proteína do milho composta majoritariamente por aminoácidos apolares, característica responsável por sua baixa solubilidade em água quando na forma nativa (6). A proteína já é comercialmente utilizada para elaboração de revestimentos comestíveis, contudo, sua utilização para elaboração de filmes para uso em alimentos é limitada devido às pobres propriedades mecânicas dos filmes obtidos, tais como baixa resistência à tração e baixa flexibilidade (7,8).

Apesar do atrativo apelo sustentável, o desempenho mecânico dos filmes desenvolvidos com polímeros naturais é inferior ao apresentado pelos plásticos convencionais, não atendendo aos pré-requisitos mínimos necessários para uso como embalagens de alimentos. De forma a melhorar as características dos filmes sustentáveis, alternativas são propostas, tais como a incorporação de agentes plastificantes e o desenvolvimento de blendas poliméricas, ou seja, misturas físicas de dois ou mais polímeros a fim de obter-se um novo material com características melhoradas (9). Diante do exposto, objetivou-se desenvolver uma blenda polimérica de AC e Ze, bem como caracterizá-la quanto às propriedades mecânicas e estabilidade térmica.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Acetato de celulose (grau de substituição 2,5 e massa molar ponderada média de $2.024.000 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$), foi doado por Grupo Rhodia Solvay (Brasil). Zeína foi doada por Flo Chemical Corp (F4400, massa molecular 15-26 kDa) (EUA). Glicerol (LabSynth, Brasil), óleo de soja (Liza, Cargill, Brasil) e glicerol de tributirina (Acros Organics, EUA) foram os plastificantes investigados. Etanol anidro (Neon, Brasil) e acetona (LabSynth, Brasil) foram usados como solventes para dispersão dos polímeros.

Elaboração dos filmes

Primeiramente, foram investigadas diferentes proporções mássicas de misturas dos polímeros: 50:50, 60:40 e 75:25 AC:Ze. Para tal, cada polímero foi disperso

separadamente em seu respectivo solvente para produção dos filmes pelo método *casting*. AC foi disperso em acetona, na proporção 1:10 (m/v) e deixado em repouso por 24 h. Ze foi dispersa em etanol 80% (v/v) na proporção de 1:10 (m/v), sob agitação (500 rpm) por 10 min a 65 °C. Em seguida, a dispersão de Ze foi misturada à de AC, e a mistura foi homogeneizada em ultra turrax (5.000 rpm por 2 min; modelo T25, IKA), posteriormente mantida em repouso por 20 min e vertida em placa de vidro. Após evaporação dos solventes em temperatura ambiente, os filmes foram avaliados quanto à presença de defeitos (furos, rasgos, aspecto heterogêneo). A proporção mássica que originou o filme com aspecto visual mais homogêneo e com menor número de defeitos foi selecionada para o teste com diferentes plastificantes. Nesta etapa, filmes elaborados apenas com Ze e apenas com AC foram utilizados como controles.

Seleção do plastificante

Três plastificantes foram investigados: glicerol, óleo de soja e glicerol de tributirina, cada um em três concentrações: 20%, 30% e 40% (m/m em relação à massa dos polímeros), totalizando nove tratamentos. Os filmes foram produzidos conforme descrito no tópico anterior, com a única diferença da adição dos plastificantes à mistura polimérica imediatamente antes da homogeneização em ultra turrax. Foram selecionados o agente plastificante e a concentração de plastificante que originaram o filme com aspecto visual mais homogêneo e com menor número de defeitos. Esse filme foi caracterizado pelas técnicas descritas a seguir, e comparado com um filme AC adicionado do plastificante selecionado.

Espessura e propriedades mecânicas

A espessura média dos filmes (μm) foi obtida com o auxílio de um micrômetro digital (modelo 547-401, Mitutoyo), sendo mensurados 10 pontos aleatórios para cada corpo de prova, em três repetições (10).

Os filmes foram submetidos ao teste de tração uniaxial para avaliação da resistência à tração (RMT, MPa), alongamento até a ruptura (AR, %) e módulo de elasticidade (ME, MPa) de acordo com ASTM D882-12 (11), por meio da máquina Universal de Ensaio Mecânicos (INSTRON Corporation, modelo 3367). A distância entre as garras foi de 12,5 cm e velocidade de separação de 12,5 mm.min⁻¹. A máquina foi operada com célula de carga de 1000 N. Foram realizadas três repetições com cinco replicatas cada uma.

Propriedades térmicas

A estabilidade térmica dos filmes foi investigada com auxílio de um analisador termogravimétrico Shimadzu (Modelo DTG-60H), sob atmosfera de nitrogênio, com taxa de aquecimento 10 °C.min⁻¹, na faixa de temperatura entre 25 °C a 500 °C, utilizando-se aproximadamente 3 mg de amostra contida em panela de alumina. Padrões de AC, Ze e tributirina foram investigados para comparação. Uma mistura simples dos padrões AC e Ze, na proporção mássica 50:50 também foi analisada a critério de comparação.

Análise estatística

Os resultados obtidos para espessura e propriedades mecânicas foram submetidos ao teste t não pareado, a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Elaboração dos filmes

Filmes à base de AC apresentaram-se transparentes e maleáveis. Filmes à base de Ze, por outro lado, evidenciaram coloração amarela e acentuada fragilidade, dificultando o seu manuseio (Figura 1A). As misturas dos dois polímeros em diferentes proporções geraram filmes com características distintas, como pode ser visto na Figura 1A. Dentre as três proporções mássicas testadas, a proporção 60:40 AC:Ze originou filmes com menor número de defeitos, tais como presença de furos e aspecto heterogêneo. Portanto, essa proporção foi selecionada para o teste com plastificantes em distintas concentrações.

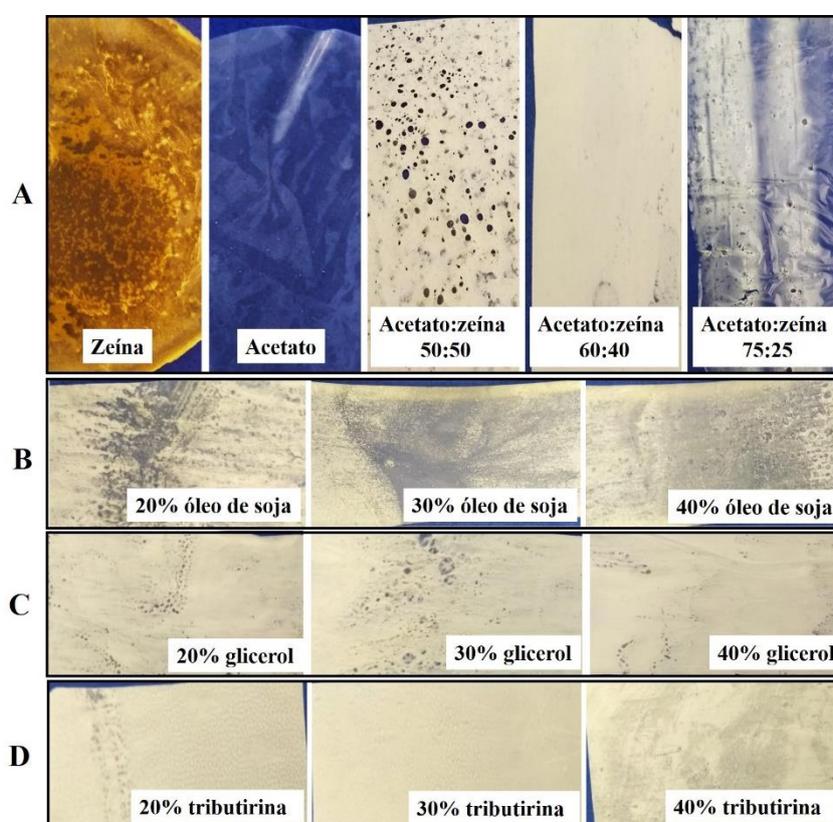


Figura 10 – Formulações de filmes poliméricos: Ze, AC e mistura dos dois em diferentes proporções mássicas (A). Blendas AC:Ze, na proporção mássica 60:40, adicionados de diferentes concentrações (m/m) de óleo de soja (B), glicerol (C) e tributirina (D).

Independentemente da concentração testada, os filmes incorporados com óleo de soja apresentaram aspecto heterogêneo, evidenciando regiões opacas e regiões transparentes (Figura 1B). Filmes elaborados com glicerol também apresentaram defeitos, como presença de furos, poros, além de regiões opacas e transparentes (Figura 1C). Por outro lado, a adição de tributirina na concentração de 30% resultou em um filme opaco e mais uniforme em relação aos demais (Figura 1D). Logo, a tributirina (30% m/m) foi escolhida como plastificante para a elaboração da blenda a ser caracterizada. A critério de comparação para as análises de caracterização, também foi elaborado um filme de AC

com 30% de tributirina, considerado como controle. No entanto, para essas investigações, não foi possível utilizar filme controle à base de Ze devido à sua acentuada fragilidade. Mesmo com a incorporação do plastificante, o filme Ze mostrou-se frágil e quebradiço ao ser manuseado, dificultando a elaboração dos corpos de prova para realização das análises de caracterização (Figura 2).

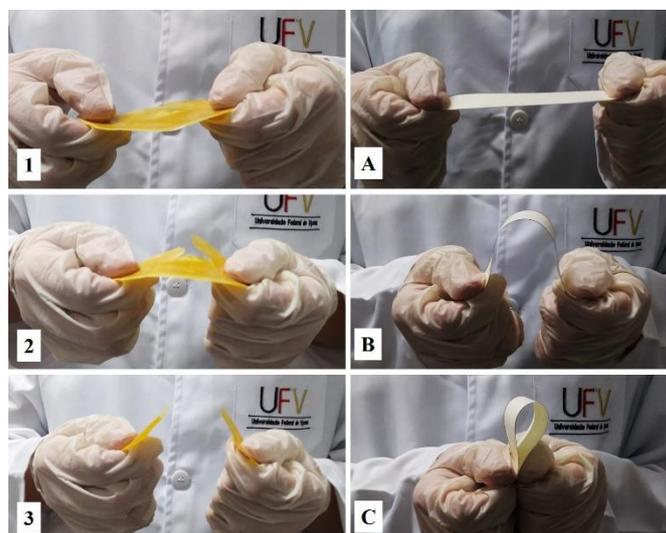


Figura 2 – Filme à base de zeína com 30% (m/m) de tributirina (1 a 3). Blenda AC:Ze na proporção mássica 60:40, com 30% (m/m) de tributirina (A a C).

Caracterização dos filmes

Em relação estabilidade térmica, estão disponibilizadas as curvas termogravimétricas, bem como suas respectivas derivadas, obtidas do filme AC, blenda, e dos padrões (AC, Ze e tributirina) na Figura 3. Verificou-se a baixa estabilidade térmica do plastificante, apresentando aproximadamente 100% de perda de massa até 200 °C. Em relação aos padrões dos polímeros, houve 3% de perda de massa até 100 °C, associada à presença de água da umidade de equilíbrio, conforme também relatado por Freitas et al. (12). A temperatura máxima de degradação dos padrões de Ze e AC foi, respectivamente, 320 e 360 °C.

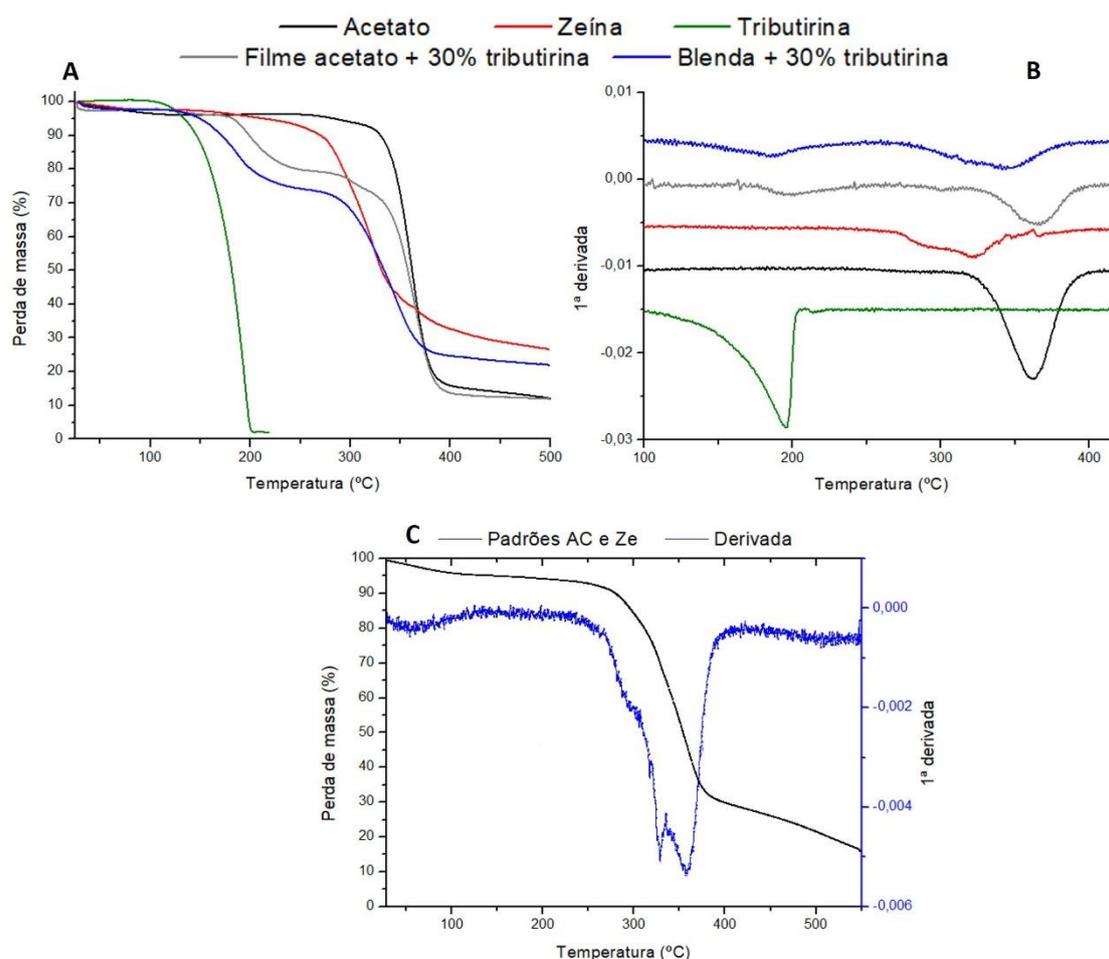


Figura 3 – Curvas termogravimétricas (A) e suas respectivas derivadas (B) obtidas em atmosfera inerte de nitrogênio para amostras padrões de AC, Ze e tributirina, e para filmes AC com 30% de tributirina e blenda AC:Ze com 30% de tributirina. Curva termogravimétrica e sua derivada dos padrões AC e Ze quando pesados juntos, na proporção mássica de 50:50, em mistura simples (C).

Quanto aos filmes elaborados, verificou-se que a perda de massa na blenda teve início em 140 °C, temperatura inferior à verificada para os polímeros em separado. Tal fato é atribuído à presença de tributirina na matriz polimérica. Comportamento similar foi observado no filme AC, cuja perda de massa iniciou-se em aproximadamente 180 °C. Em ambos, verificou-se que a termodegradação atribuída à tributirina ocorreu em temperatura superior à observada para o plastificante quando investigado separadamente, o que é justificado pela formação de interações termicamente mais estáveis entre os polímeros e o plastificante. Além disso, foi observado um único evento de perda de massa da blenda em aproximadamente 345 °C, o que indica aumento da estabilidade térmica do AC na blenda. Isso é justificado ao se observar um único pico na DTG entre 290-380 °C (Figura 3B), ao invés de dois picos (Figura 3C) e, também, devido aos maiores valores de massa remanescente da blenda em comparação ao filme AC (Figura 1A).

A compatibilidade das blends pode ser avaliada a partir da qualidade dos estados de mistura dos polímeros e classificados pela alteração de alguma propriedade em: sinergismo, aditividade ou incompatibilidade (9). Considerando a compatibilidade em relação ao desempenho mecânico, verificou-se redução da RMT, do ME e do AR da

blenda em comparação com o filme AC (Tabela 1). Tal comportamento é justificado pela regra da aditividade, i.e., as propriedades dos materiais misturados são explicadas pelas médias das frações ponderais das propriedades de cada componente individual e é confirmado ao observar o comportamento frágil dos filmes de Ze (Figura 2), impossibilitando a execução dos ensaios mecânicos devido à ausência da coesão estrutural mínima.

Tabela 1. Propriedades mecânicas dos filmes AC e blenda AC:Ze (60:40) com 30% de tributirina. Média de três repetições; desvio padrão representado entre parênteses.

Tratamentos (Filmes*)	Espessura (μ)	Resistência máxima a tração (MPa)	Módulo de elasticidade (MPa)	Elongação até a ruptura (%)
Acetato de celulose	51,9 (2,8) b	29,0 (5,5) a	1.117 (223) a	7,6 (2,2) a
Blenda (AC:Ze)	137 (15,0) a	4,8 (0,8) b	312 (17) b	3,3 (1,0) b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferiram entre si pelo teste t ($p > 0,05$).

*Ensaio mecânicos com os filmes de zeína não foram realizados devido à sua acentuada fragilidade, não sendo possível a obtenção dos corpos de prova nas dimensões exigidas pela ASTM D882-12.

Diversas estratégias são relatadas na literatura para melhorar as propriedades mecânicas dos filmes poliméricos, por exemplo, pelo aumento da compatibilidade de blendas a partir da incorporação de agentes compatibilizantes, catalizadores de reticulações (cross-linking) e modificações covalentes nos grupos funcionais dos polímeros (13,14,15). Aqui, mostramos que as propriedades mecânicas dos filmes contendo Ze foram melhoradas a partir da incorporação de 30% de tributirina como plastificante e da sua mistura física com AC, permitindo a obtenção de blendas com propriedades mecânicas intermediárias aos filmes produzidos individualmente (controles). Isso é justificado pela maior quantidade e disponibilidade de grupos funcionais ésteres presentes na tributirina em comparação aos plastificantes glicerol e óleo de soja, o que contribuiu para o aumento das interações intermoleculares AC-tributirina-Ze, resultando na melhoria da performance mecânica. Dessa forma, espera-se que a descoberta da compatibilidade AC:Ze promovida pela tributirina, em concentração de 30%, agregue valor à proteína zeína e contribua para a implementação de novas embalagens de alimentos de materiais biodegradáveis em direção a um futuro mais sustentável.

CONCLUSÕES

No presente trabalho, foi desenvolvida uma blenda polimérica AC:Ze incorporada com o plastificante tributirina com propriedades mecânicas superiores à apresentada pelo filme à base de zeína. A estabilidade térmica dos compostos na blenda também foi melhorada em relação aos compostos em separado. Com esses resultados, mostramos que a investigação de blendas poliméricas constitui uma alternativa interessante para a obtenção de materiais com características melhoradas, principalmente em pesquisas com polímeros biodegradáveis visando a elaboração de embalagens de alimentos, uma vez que a performance desses materiais, em comparação com os plásticos convencionais, ainda deixa a desejar. A próxima etapa dessa pesquisa consiste na determinação das propriedades de barreira a gases dos filmes elaborados, além da sua investigação quando em contato com diferentes matrizes alimentícias.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos às empresas Rhodia Solvey e Flo Chemical pela doação de acetato de celulose e zeína, respectivamente. Também agradecem às agências financiadoras CAPES, CNPq e FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

1. Napper IE, Thompson RC. Plastic debris in the marine environment: History and future challenges. *Glob Chall.* 2020;4:1900081.
2. Ncube LK, Ude AU, Ogunmuyiwa EN, Zulkifli R, Beas IN. Environmental impact of food packaging materials: A review of contemporary development from conventional plastics to polylactic acid based materials. *Materials.* 2020;13(21):4994.
3. Vert, M., Doi, Y., Hellwich, K.-H., Hess, M., Hodge, P., Kubisa, P., Rinaudo, M., Schué, F. (2012). Terminology for biorelated polymers and applications (IUPAC Recommendations 2012). *Pure and Applied Chemistry*, 84(2), 377–410
4. Gu JD, Eberiel DT, McCarthy SP, Gross RA. Cellulose acetate biodegradability upon exposure to simulated aerobic composting and anaerobic composting environments. *J Polym Environ.* 1993;1:143-153.
5. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução RDC nº 56, de 16 de novembro de 2012. Dispõe sobre a “lista positiva de monômeros, outras substâncias iniciadoras e polímeros autorizados para a elaboração de embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos”.
6. Shukla R, Cheryan M. Zein: the industrial protein from corn. *Industrial Crops and Products.* 2001;13(3):171-192.
7. Santos TM, Silva EO, Azeredo HMC, Sousa Filho, MSM. Revestimento de goiabas com zeína. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; 2018 (Embrapa Comunicado Técnico 237).
8. Ribeiro WX, Lopes Filho JF, Cortes MS, Tadini CC. Characterization of biodegradable film based on zein and oleic acid added with nanocarbonate. *Cienc Rural.* 2015;45(10):1890-1894.
9. Ajitha AR, Thomas S. *Compatibilization of Polymer Blends: Micro and Nano Scale Phase Morphologies, Interphase Characterization and Properties.* Oxford: Elsevier, 2020.
10. Camilloto GP, Pires ACS, Soares NFF, Araújo EA, Andrade NJ, Ferreira SO. Effect of active packaging incorporated with triclosan on bacteria adhesion. *J Food Sci.* 2010;75(8): E557-E564.
11. ASTM D882. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2012.
12. Freitas PAV, Silva RRA, Oliveira TV, Soares RRA, Junior NS, Moraes ARF, Pires ACS, Soares NFF. Development and characterization of intelligent cellulose acetate-based films using red cabbage extract for visual detection of volatile bases. *LWT.* 2020;132:109780.
13. Herniou--Julien C, Mendieta JR., Gutiérrez TJ. Characterization of biodegradable/non-compostable films made from cellulose acetate/corn starch blends processed under reactive extrusion conditions. *Food Hydrocoll.*

2019;89:67–79.

14. Huang Y, Jin Y, Wang B, Tian H, Weng Y, Men S. Compatibilization and Toughening of Biodegradable Polylactic Acid/Cellulose Acetate Films by Polyamide Amine Dendrimers. *J Polym Environ*. 2021.
15. Cheng G, Wang T, Zhao Q, Ma X, Zhang L. Preparation of cellulose acetate butyrate and poly(ethylene glycol) copolymer to blend with poly(3-hydroxybutyrate). *J Appl Polym Sci*. 2006;100(2):1471–1478.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-75>

Capítulo 75

COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES EM CHÁS E INFUSÕES DE PANCS: REVISÃO

Ingrid Cristina Santos Amorim¹; Anne Caroline Mendes Oliveira²; Tatiana Nunes Amaral³

¹Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFVJM; E-mail: ingrid.amorim@ufvjm.edu.br. ²Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde – PPGCS – UFVJM; anne.oliveira@ufvjm.edu.br. ³Docente do curso de Engenharia de Alimentos – ICT – UFVJM; E-mail: tatiana.amaral@ict.ufvjm.edu.br

Resumo: No Brasil encontra-se 13% da riqueza da biota mundial. Aproximadamente 10% da flora brasileira possuem partes comestíveis que poderiam ser utilizadas para incrementar a diversidade alimentar. Isso reflete o pouco aproveitamento das espécies nativas e a supervalorização das plantas exóticas, essas espécies recebem o título de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs). Destacam-se como plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis, sendo espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas que não fazem parte da nossa alimentação diária. Vêm ganhando espaços nas mídias, em discussões científicas e também na mesa das pessoas, são utilizadas como tempero, corante e chá/infusão. Trata-se de uma revisão da literatura utilizando artigos científicos nas bases de dados eletrônicas LILACS, SciELO e periódicos CAPES. Os descritores utilizados nas buscas foram: “compostos bioativos”, “chás”, “planta medicinal”, “PANCs” e “saber popular”, publicados entre 2000 até a atualidade e com idiomas português e inglês. As principais plantas alimentícias citadas nesta revisão são: a hortelã, vinagreira, jurubeba e o dente de leão. Tendo em vista a importância da avaliação e da disseminação do conhecimento sobre a disponibilidade de recursos alimentícios nativos, suas formas de uso, partes utilizadas e dos potenciais destes recursos alimentares, o presente estudo propõe um levantamento das principais espécies de PANCs pesquisadas, com o objetivo de incentivar o uso das plantas alimentícias não convencionais utilizadas no consumo de chás e os benefícios que estas trazem para a saúde.

Palavras-chave: consumo, espécies, plantas medicinais, saber popular.

INTRODUÇÃO

No Brasil encontra-se 13% da riqueza da biota mundial (1), a distribuição dessa riqueza acontece de modo heterogêneo através dos biomas (2). Contudo, essa heterogeneidade não está relacionada com a base da alimentação dos brasileiros, pois possui semelhança independente da região (1). Sugere ainda que aproximadamente 10%

da flora brasileira possuem partes comestíveis que poderiam ser utilizadas para incrementar a diversidade alimentar (3).

Isso reflete o pouco aproveitamento das espécies nativas e a supervalorização das plantas exóticas, essas espécies recebem o título de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) (2, 3). Desse modo, as PANCs destacam-se como plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis, sendo espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas que não fazem parte da nossa alimentação diária (4). Nesses últimos anos vêm ganhando espaço nas mídias, em discussões científicas e também na mesa das pessoas (5), estão sendo resignificadas de “mato” para alimento, de “comida de pobre” para alimento gourmet (6), são utilizadas como tempero, corante e chá/infusão (7).

Os chás são chamados de medicamentos fitoterápicos por serem preparados com plantas medicinais. Segundo a Resolução da Diretoria Colegiada nº 48/2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (RDC 48/04 – ANVISA), fitoterápicos são medicamentos preparados exclusivamente com plantas ou partes de plantas medicinais, que possuem propriedades reconhecidas de cura, prevenção, diagnóstico ou tratamento sintomático de doenças (8).

O chá vem ganhando espaço por se tratar de uma bebida funcional e por ser benéfico à saúde, possui compostos bioativos, como os compostos fenólicos, aos quais são atribuídas diversas propriedades funcionais, com destaque a atividade antioxidante. Esse conteúdo de compostos bioativos depende da espécie da planta utilizada no preparo do chá, isto é, o perfil fenólico varia de acordo com a espécie, e também do processo de preparo da bebida que é responsável pela extração desses compostos, que pode ser por infusão ou decocção (9, 10).

As infusões são preparadas pela adição de água aquecida ou fervente sobre partes da planta, enquanto as decocções envolvem a fervura da erva. O método de preparo das infusões e decocções de ervas, bebidas popularmente chamadas de chás no Brasil, favorece a extração dos compostos fenólicos das plantas, fazendo com que as bebidas possuam excelentes antioxidantes naturais. O consumo dos chás além de ser um aspecto cultural, também é uma alternativa eficiente, de fácil acesso e baixo custo para diversos fins terapêuticos (11, 12, 13).

Tendo em vista a importância da avaliação e da disseminação do conhecimento sobre a disponibilidade de recursos alimentícios nativos, suas formas de uso, partes utilizadas e dos potenciais destes recursos alimentares, o presente estudo propõe um levantamento das principais espécies de PANCs utilizadas no preparo de chás, com o objetivo de incentivar o uso das plantas alimentícias não convencionais utilizadas no consumo de chás e os benefícios que estas trazem para a saúde.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão da literatura utilizando artigos científicos nas bases de dados eletrônicas LILACS, SciELO e periódicos CAPES. As combinações de palavras-chave utilizadas foram: “compostos bioativos”, “chás”, “planta medicinal”, “PANCs” e “saber popular”. Nesse contexto, foram selecionados periódicos nos idiomas português e inglês, publicados entre 2000 até a atualidade, garantindo assim um levantamento dos dados.

HORTELÃ

Dando ênfase aos benefícios de cada uma a Hortelã (*Mentha spicata L.*) é uma planta herbácea originária da Ásia, pertencente à família Lamiaceae (14). No Brasil o seu consumo é relacionado às práticas curativas, tendo suas origens principais nas culturas indígenas, negras e europeias em que as infusões têm maior importância quando as ervas são obtidas frescas (15). O seu chá é indicado popularmente para alívio do resfriado comum, febre, gripe, indigestão e enjoo (16), também utilizada como antiespasmódico, colérico, antiemético, diaforético, carminativo, anti-inflamatório e desde a antiguidade, possui propriedades antimicrobianas (17). Vale ressaltar que contém uma grande variedade de compostos, sendo a carvona o composto mais notável, pois confere à planta seu aroma característico. Outro composto é o ácido rosmarínico, que é um antioxidante polifenólico com atividades imunossupressoras, antiinflamatórias, antibacterianas e antivirais (18). Nos resultados obtidos por Snoussi e colaboradores, confirmaram relatos prévios sobre a importância da hortelã como antioxidante natural e seu possível papel na proteção da saúde humana (19).

VINAGREIRA

Contudo, o cultivo da vinagreira vem se intensificando cada vez mais devido aos benefícios que esta planta vem trazendo no preparo de bebidas para fins medicinais e culinários (20). É também popularmente conhecida em algumas regiões como hibisco, em que o seu chá é rico em antioxidantes como ácidos orgânicos e flavonoides o que auxilia diretamente na saúde dos seus consumidores. Dando ênfase ao cálice da planta, estes possuem um sabor agradável e são consumidos tanto como chás frios quanto quentes. O armazenamento pode ocorrer por duas vias, através do congelamento ou com a desidratação, para que assim todas as características da planta possam ser preservadas (21). De modo geral o chá do cálice vem sendo bastante consumido devido às propriedades terapêuticas, ação diurética, controle da hipertensão arterial, combate ao estresse; e por possuir grandes quantidades de compostos antioxidantes que atuam de maneira positiva no envelhecimento cutâneo (22).

O consumo deste chá vem sendo estudado e já existem vários dados capazes de comprovar que o mesmo auxilia no emagrecimento devido ao poder antioxidante, além de controlar a pressão sanguínea do corpo. Por possuir elevada ação diurética no organismo, impedindo a retenção de líquidos, o consumo do chá, juntamente com a prática de atividade física e uma alimentação balanceada é capaz de auxiliar no emagrecimento principalmente evitando o acúmulo de gordura na região do abdômen e quadril (23). Outros benefícios é a grande quantidade de vitaminas do complexo B como, que são capazes de ajudar na saúde dos ossos, pele e cabelo, além de ser rica em cálcio, magnésio, niacina, riboflavina, ferro, ácidos como o tartárico, succínico, málico, oxálico, cítrico e fibras alimentares (24). Estão presentes também a vitamina A que ajuda o sistema imunológico e visão, a vitamina C por sua vez é essencial contra as doenças cardiovasculares e protege o corpo contra a baixa imunidade (25).

JURUBEBA

Já a solanácea *Solanum paniculatum L.*, conhecida popularmente como jurubeba, é uma planta considerada invasora, nativa do Brasil, de ocorrência em outras regiões

tropicais da América do Sul. A partir dessa planta aproveita-se raiz, caule, folhas, flores e frutos, sendo amplamente utilizada para fins medicinais e na culinária (26, 27), através da técnica de decocção, infusão, xaropes e garrafadas (28,29). Nos frutos da jurubeba são encontrados compostos ativos e metabólitos secundários, como esteroides, saponinas, alcaloides e glicosídeos, de importância farmacológica, sendo utilizada na medicina popular brasileira para o tratamento de disfunções gástricas, hepatite, prevenção de tumores uterinos, como descongestionante e antitérmico (30, 31, 32). O seu chá pode ser utilizado após o uso exacerbado de álcool e alimentos, a infusão da sua flor também é indicada para bronquite e tosse, e o macerado da raiz para artrite (33, 34, 35, 36).

DENTE DE LEÃO

Por fim, a planta dente de leão é originária da Europa, podendo ser cultivada em diversos solos, instalando-se em gramados, jardins, hortas e lavouras (37). Assim, possibilita a utilização da mesma por diversos povos de diferentes culturas, logo, pode ser utilizado tanto na forma crua em saladas ou seco para preparação de chás, praticamente todas as suas partes são utilizadas, como as folhas, flores e raízes (38).

O seu chá possui inúmeras propriedades medicinais com ação diuréticas, anti-inflamatório, para tratar afecções da pele, hepáticas e biliares, prisão de ventre, astenia e distúrbios digestivos (39). Seus princípios ativos são diversos, com fontes de fibras, sais minerais, potássio, ferro, cálcio, magnésio, fósforo, sódio, vitaminas B1, B2, C e D. Possui também na sua composição ácidos, tais como cafeico, ácido-p-oxifenilacético, ácido cloro-génico, ácido oleico, ácido palmítico, ácidos graxos linoléico e linolênico, ácidos gálico e ascórbico; terpenóides; sesquiterpenos; triterpenos- β -amirina, taraxol e taraxerol, luteolina; glicosídeo da apigenina, esteróis β - sitosterol, estigmasterol, taraxasterol, homotaraxasterol; cumes-trol. Há também outros componentes presentes, como colina, insulina, pectina, glutina, ceras vegetais, resina, açúcares: frutose, sacarina e glicose (40).

No entanto, são capazes de aumentar a produção e a secreções biliares facilitando assim a digestão dos alimentos com elevado teor em lipídios. As infusões preparadas a partir das raízes ou da parte aérea da planta são ainda utilizadas no tratamento da falta de apetite, das inflamações urinárias e de cálculos renais, sendo as infusões e xaropes preparados a partir das flores principalmente utilizados no tratamento de infecções do trato respiratório superior (41).

CONCLUSÕES

De acordo com os artigos avaliados, fica claro que as plantas alimentícias não convencionais vêm se mostrando como uma alternativa a alimentos que trazem diversos benefícios a saúde dos consumidores além de serem de fácil acesso a diferentes classes sociais. Estas possuem alto valor nutricional quando comparadas com os frutos, hortaliças e raízes, em que o consumo dos chás vem se tornando recurso terapêutico com elevada aceitação na sociedade. Vale ressaltar que sua atividade antioxidante vem sendo estudada e comprovada pelos cientistas, assim como, a sua eficiência e segurança para as pessoas que possuem o hábito de consumir estas plantas. Por fim, o consumo destes chás é uma estratégia para o tratamento e prevenção a diversas doenças que vem sendo tratadas através das práticas medicinais desde ha antiguidades.

REFERÊNCIAS

1. Moraes TV, Ferreira JPG, Oliveira KGN. Uso do recurso Stories para avaliação do conhecimento dos usuários do Instagram a respeito de PANCs, com destaque para a ora-pro-nóbis. *Research, Society and Development*. 2021;10(8):1-7.
2. Valente CO, Dores GHS, Seifert Jr CA, Durigon J. Popularizando as plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Sul do Brasil. *Congresso Brasileiro de Agroecologia*. 2020;15(2):1-6.
3. Kinupp VF, Lorenzi HJ. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Nova Odessa: Ed. Plantarum; 2014.
4. Barreira TF, Paula Filho GX, Rodrigues VCC, Andrade FMC, Santos RHS, Priore SE, et al. Diversidade e equitabilidade de Plantas Alimentícias Não Convencionais na zona rural de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. *Rev. Bras. Plantas Med*. 2015;17 (4 Suppl 2): 964-974.
5. Borges CKGD. Plantas alimentícias não convencionais (Panc): a divulgação científica das espécies na Cidade de Manaus [dissertação]. Manaus: Universidade do Estado do Amazonas; 2017.
6. Junqueira AH, Perline EA. Gosto, Ideologia e consumo alimentar: práticas e mudanças discursivas sobre plantas alimentícias não convencionais – Panc. *Cadernos de Linguagem e Sociedade*. 2019; 20(2):1-19.
7. Kinupp VF, Barros IBID. Riqueza de plantas alimentícias não-convencionais na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Biociências*. 2007; 5(1): 63-65.
8. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 48, de 16 de março de 2004. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos.
9. Zielinski AAF, Haminiuk CWI, Alberti A, Nogueira A, Demiate, IM, Granato DA. Comparative study of the phenolic compounds and the in vitro antioxidant activity of different Brazilian teas using multivariate statistical techniques. *Food Research International*. 2014; 60:246-254.
10. Fotakis C, Tsigirmani D, Tsiaka T, Lantzouraki DZ, Strati IF, Makris C, Tagkouli D, Proestos C, Sinanoglou VJ, Zoumpoulakis P. Metabolic and antioxidant profiles of herbal infusions and decoctions. *Food Chemistry*. 2016; 211:963-971.
11. Figueirinha A, Paranhos A, Pérez-Alonso JJ, Santos-Buelga C, Batista MT. *Cymbopogon citratus* leaves: characterization of flavonoids by HPLC–PDA–ESI/MS/MS and an approach to their potential as a source of bioactive polyphenols. *Food Chemistry*. 2008; 110(3): 718-728.

12. Morais SM, Cavalcanti ESB, Costa SM O, Aguiar LA. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2009;19:315-320.
13. Magalhães BEA, Santos WNL. Phenolic content and antioxidant capacity of infusions herbs: Optimization of phenolic extraction and HPLC-DAD method. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2020^a; 92(3).
14. Snoussi, M. et al. *Mentha spicata* Essential Oil: Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities against Planktonic and Biofilm Cultures of *Vibrio* spp. *Strains Molecules*. 2015; v. 20, n. 8, p. 14402-14424.
15. Silva, S. R. et al. *Plantas medicinais do Brasil: aspectos gerais sobre legislação e comércio*. Quito, Equador: TRAFFIC América do Sul, 2001.
16. Park, Y. J. et al. Composition of volatile compounds and in vitro antimicrobial activity of nine *Mentha* spp. *Springerplus*. 2016; v. 5, n. 1, p. 1-10.
17. Matias, L.J. et al. Structure and histochemistry of medicinal species of *Solanum*. *Revista Brasileira de Farmacognosia, Curitiba*. 2016; v. 26, n. 2, p. 147-160.
18. Lasrado, J. A. et al. Safety and tolerability of a dried aqueous spearmint extract. *Regulatory Toxicology And Pharmacology*. 2017; v. 86, p. 167-176.
19. Snoussi, M. et al. *Mentha spicata* Essential Oil: Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities against Planktonic and Biofilm Cultures of *Vibrio* spp. *Strains Molecules*. 2015; v. 20, n. 8, p. 14402-14424.
20. Mukhtar, M.A. The effect of feeding rosella (*Hibiscus sabdariffa*) seed on broiler chicks performance. *Research Journal Animal and Veterinary Science*. 2007; v.2, p.21-23.
21. Mohammed, R. et al. Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) seed oil is a rich source of (-tocopherol. *Journal of Food Science*. 2007; v.72, p.207–211.
22. Monroy-ortiz, C. e Castillo-Espana, P. *Plantas medicinales utilizadas en el estado de morelos*. México: Uaem. 2007; p. 405.
23. Akindahunsi, A. A., Olaleye, M. T. Toxicological investigation of aqueousmethanolic extract of the calyces of hibiscus sabdariffa I. *Journal of ethnopharmacology*. 2003; p. 161–164.
24. Vizzolto, M. et al. *Hibisco: do uso ornamental ao medicinal*. 2008. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/43144/1/hibisco-uso-ornamental-2010.pdf>>. Acesso em 15 de Outubro 2021.

25. UEYDA, M. Hibisco e o processo de emagrecimento: uma revisão da literatura. *Saúde em Foco.*, 2015; n. 07, p. 1-9.
26. Garcia, J.; Jacobson, T. K. B.; Farias, J. G.; Boaventura, R. F. Effectiveness of methods to increase the germination rate of jurubeba (*Solanum paniculatum* L.) seeds. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia-GO, v. 38, n. 3, p. 223-226, 2008.
27. Vieira Júnior, G. M.; Rocha, C. Q.; Rodrigues, T. S.; Hiruma-Lima, C. A.; Vilegas, W. New steroidal saponins and antiulcer activity from *Solanum paniculatum* L. *Food Chemistry*, London, v. 186, n. 1, p. 160-167, 2015.
28. Matias, L.J.; Mercadante-Simões, M.O.; Royo, V.A.; Ribeiro, L.M.; Santos, A.C.; Fonseca, J.M.S. Structure and histochemistry of medicinal species of *Solanum*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 147-160, 2016.
29. Cordeiro, J.M.P.; Felix, L.P. Conhecimento botânico medicinal sobre espécies vegetais nativas da caatinga e plantas espontâneas no agreste da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 2014; v. 16, n. 3, supl. 1, p. 685-692.
30. Mesia-Vela, S.; Santos, M. T.; Souccar, C.; Lima-Landman, M. T. R.; Lapa, A. J. *Solanum Paniculatum* L. (Jurubeba): potente inhibitor of gastric acid secretion in mice. *Phytomedicine*, Munique, v. 9, n. 6, p. 508-514, 2002.
31. Miranda, M. A.; Tiossia, R. F. J.; Silva, M. R., RodrigueS, K. C.; Kuehna, C. C.; Oliveira, L. G. R. In vitro leishmanicidal and cytotoxic activities of the glycoalkaloids from *Solanum lycocarpum* (Solanaceae) fruits. *Chemistry & Biodiversity*, Zürich, v. 10, n. 4, p. 642-648, 2013.
32. Agra, M. F.; Baracho, G. S.; Nurit-Silva, K.; Basilio, I. J. L. D; Coelho, V. P. M. Medicinal and poisonous diversity of the flora of “Cariri Paraibano”, Brazil. *Journal of Ethnopharmacology*. Laussane, v. 111, n. 2, p. 383-395, 2007.
33. Guaraná, E.L.S.; et al. Intoxicação por *Solanum paniculatum* (Solanaceae) em bovinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2011; v. 31, n. 1, p. 59-64.
34. Lôbo, K.M.S.; et al. Avaliação da atividade antibacteriana e prospecção fitoquímica de *Solanum paniculatum* Lam. e *Operculina hamiltonii* (G. Don) DF Austin & Staples, do semi-árido paraibano. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. 2010; v. 12, n. 2, p. 227-235.
35. Ribeiro, V.; et al. Ausência de mutagenicidade de *Solanum paniculatum* L. em células somáticas de *Drosophila melanogaster*: SMART/asa. *Revista Biologia Neotropical*. 2009; v. 6, n. 2, p. 27-33.

36. Vieira, P.M.; Vieira, A.; Chen, L.C. Avaliação das atividades genotóxica dos frutos de *Solanum paniculatum* L. pelo teste do micronúcleo em camundongo. In: Congresso de Genética do Centro-Oeste. 2008.
37. Ribeiro M, et al. *Taraxacum officinale* WEBER. Revisão das Propriedades e Potencialidades Mediciniais. Núcleo de pesquisas de Agricultura (NUPELLA). Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá. Maringá (2004).
38. Martinez M, et al. *Taraxacum officinale* and related species – An ethnopharmacological review and its potential as a commercial medicinal plant. *Journal of Ethnopharmacology*, 169, 1. 2015; p.244–262.
39. Martins, R. D.; Bortoluzzi, R.L.C.; Mantovani, A. Plantas medicinais de um remanescente de floresta ombrófila mista Altomontana, Urupema, Santa Catarina, Brasília. *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, v.12, n.3, p.380-397, 2010. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151605722010000300016>. Acesso em: 10/10/2021.
40. Avila, L. C. Lima. A. Índice Terapêutico Fitoterápico Erva Mediciniais. Editora EPUB (Edições de Publicações Biomédicas Ltda). 1 ed. Petrópolis, RJ. 2008; p 143.
41. Lima, K. S P. Avaliação da Atividade Antioxidante e Antimutagênica em Diferentes Infusões Mediciniais: Barbas de milho, Carqueja, Dente de Leão, Folhas de Oliveira e Urtiga-Branca. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre; 2011. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova Lisboa. Portugal. Lisboa. pp 6 -7. Disponível em: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/7863/1/Lima_2011.pdf>. Acesso em: 21/10/2021.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-76>

Capítulo 76

ELABORAÇÃO DE PEIXE DULCÍCOLA APERTIZADO

Natalia Marjorie Lazon de Moraes¹; Marina Ribeiro Baicere²; Helen Cristine Leimann Winter³;
Thamara Larissa de Jesus Furtado⁴; Marilu Lanzarin⁵; Daniel Oster Ritter⁶

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - IFMT – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – campus Cuiabá, Bela Vista; E-mail: natalia.laz@hotmail.com.

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - IFMT – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – campus Cuiabá, Bela Vista; E-mail: marina.baicere@hotmail.com.

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - IFMT – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – campus Cuiabá, Bela Vista; E-mail: leimann.helen@gmail.com.

⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - IFMT – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – campus Cuiabá, Bela Vista; E-mail: thamara.ljf93@gmail.com.

⁵Docente – IFMT – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – campus Cuiabá, Bela Vista. E-mail: marilu.lanzarin@ifmt.edu.br.

⁶Docente – IFMT – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – campus Cuiabá Bela Vista. E-mail: daniel.ritter@ifmt.edu.br.

Resumo: O baixo consumo de peixes é percebido pela ausência de variedade de produtos no mercado, já que os peixes são comercializados em sua maioria inteiros ou filetados, dificultando o seu preparo. Desse modo, uma forma de acrescentar o pescado a dieta é a produção de produtos inovadores utilizando peixes pouco valorizados ou resíduos do processamento de peixes, apresentando ao consumidor um alimento rico em nutrientes e pronto para o consumo. Para que o produto seja viável é necessária a aplicação de um tratamento térmico que garanta as características nutricionais e um prazo comercial estendido, como a apertização que é caracterizada como aplicação de calor por um determinado tempo, até a obtenção de um produto com esterilidade comercial. O objetivo desta pesquisa foi oferecer ao consumidor uma nova opção de produto final a base de peixe de água doce por meio da elaboração de um peixe dulcícola apertizado agregando desta forma valor ao pescado, bem como diversificando os produtos à base de peixe. Observou-se que não obteve presença de *Salmonella* spp., não apresentou contagem de *Escherichia coli* e também de Estafilococos coagulase positiva. Para análise de pH, os resultados variaram de 6,0 a 7,2. Não atingiu contagens altas de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas, Termófilas e contagem de Enterobactérias, sendo assim, um produto apto para o consumo humano durante o tempo de estocagem analisado que totalizou 33 dias.

Palavras-chave: aproveitamento, inovação, Tambatinga

INTRODUÇÃO

O Mato Grosso está entre os 5 principais estados produtores de peixes no Brasil, entretanto apesar da alta produtividade, a população consome em média 9,5 Kg de peixe por ano, quantidade inferior ao recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de 12 Kg por habitante por ano (1, 2).

O baixo consumo de peixes no Brasil pode ser justificado, dentre outros fatores, pela dificuldade no preparo, já que os pescados de água doce são predominantemente comercializados *in natura*, frescos ou eviscerados, sendo pouco encontrado produtos industrializados a base de pescado prontos para o consumo (3).

A indústria de pescado, quando comparada às de aves e bovinos, não apresenta processamentos inovadores, limitando-se apenas as formas mais simples e menos elaboradas de transformações, como evisceração, filetagem, resfriamento e congelamento (4). No entanto, apesar de não oferecer novos processos em relação ao beneficiamento do pescado, a indústria apresenta elevado potencial para produção de novos produtos a partir de seus resíduos e peixes subutilizados de baixo valor comercial.

Os resíduos provenientes da cadeia produtiva do pescado podem ser não comestíveis (cabeça, vísceras, escamas e pele), que são destinados para alimentação animal, e comestíveis (aparas de filetagem, pescados de baixo valor econômico e espinhaço) que apresentam elevado potencial para produção de novos produtos (5, 6, 7).

Levando em consideração que a indústria de pescado não possui novos processos, tampouco utilização dos resíduos comestíveis produzidos para alimentação humana, diversas pesquisas têm sido realizadas que apresentam formas racionais de aplicação dos subprodutos, como pães enriquecidos com polpa de pescado, carne mecanicamente separada de peixes não valorizados para produção de almôndegas, patês, sumiri, dentre outros (5).

Os produtos processados pela indústria de alimentos priorizam processamentos que mantenham as características nutricionais e assegurem elevados prazos comerciais. Um dos processos de conservação mais utilizados em peixes é a apertização, que pode ser definida como o aquecimento do produto, anteriormente preparado, em recipientes fechados, na ausência relativa de ar, até uma certa temperatura e em um tempo suficiente para a destruição dos microrganismos, porém sem alterar de modo sensível os alimentos (8, 9).

O objetivo desta pesquisa foi oferecer ao consumidor uma nova opção de produto a base de pescado por meio da elaboração de um peixe dulcícola apertizado agregando desta forma valor ao pescado, bem como diversificando e criando um produto que não existe no mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do projeto, primeiramente foi realizado um pré-projeto para que fosse decidido determinadas características do produto final, por exemplo, qual espécie de peixe, qual líquido de cobertura e qual quantidade de peixe seria utilizada para a elaboração do produto inovador. Sendo definido a espécie Tambatinga com líquido de cobertura Natural com Ervas Aromáticas.

Utilizou-se como referência para elaboração do produto, o fluxograma de Enlatamento do Pescado do livro Tecnologia do Pescado do autor Alex Augusto Gonçalves (10), porém com algumas adaptações. O fluxograma elaborado para produção do produto final é o descrito na Figura 1.



Figura 11- Fluxograma para elaboração de peixe dulcícola apertizado

A matéria-prima (filés de Tambatinga) foi adquirida em uma peixaria da cidade de Cuiabá – Mato Grosso e armazenada em caixa térmica com gelo reciclável e logo em seguida, foi encaminhada para o Laboratório de Processamento de Alimentos do Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá Bela Vista. Os filés de Tambatinga foram então cozidos a vapor por aproximadamente 10 minutos, com o auxílio de um aparelho para Cozimento a Vapor.

Com os filés cozidos a vapor, realizou-se a pesagem dos filés com o auxílio de uma balança digital, com o objetivo de que cada filé pesasse 100 gramas. Então os filés foram desfiados com o auxílio de um garfo e em seguida foram armazenados nos potes devidamente esterilizados.

O líquido de cobertura foi preparado com uma proporção de 3% de sal, 1% de alho e cebola em pó e 0,5% de tomilho para 7,2 litros de água. Então o líquido foi aquecido até a temperatura de 75°C e foi adicionado aos potes com o auxílio de uma concha. Em seguida as bolhas de ar foram retiradas com o auxílio de garfos e os potes foram fechados hermeticamente após esse procedimento.

A apertização foi realizada com o auxílio de uma autoclave vertical a qual foi aquecida a uma temperatura de 125 °C por 25 minutos. Após o processo de esterilização as tampas foram checadas e apertadas novamente e então os potes foram armazenados em um armário a temperatura ambiente. Em seguida, após a fabricação do produto, foi dado início as análises microbiológicas para verificação da qualidade higiênico-sanitária e determinação do prazo comercial.

Foram analisados 15 tempos diferente de armazenamento, e no primeiro dia de análise foram realizadas análises para verificação da qualidade higiênico-sanitária do produto, sendo essas análises: presença ou ausência de *Salmonella* spp., análise de *Escherichia coli* e análise de Estafilococos coagulase positiva.

Para realização das análises, após sanitização da bancada com álcool 70% e higienização das mãos, o recipiente de vidro contendo a amostra foi aberto com assepsia. Com auxílio de instrumentos esterilizados foram retiradas as unidades analíticas e pesadas em uma balança analítica.

Para o ensaio de presença e ausência de *Salmonella* spp., foi utilizado como referência o método horizontal para a detecção de *Salmonella* spp (11). Primeiramente foram retirados 25 gramas da amostra e adicionados 225mL de Água Peptonada Tamponada em uma embalagem estéril e realizou-se a homogeneização durante 60 segundos com o auxílio do equipamento Stomacher, seguidamente foi incubada a 37°C. Após 18-24 horas uma alíquota foi passada para o Caldo Rappaport e para o Caldo Muller Kauffmann Tetrionato Novobiocina (MKTTn) e então permaneceram em banho-maria a uma temperatura de 41,5°C para o Caldo Rappaport e para o Caldo MKTTn a temperatura de incubação foi de 37°C. Após 24 horas, foi realizado o plaqueamento diferencial, sendo assim, uma alçada foi passada para placas de Petri contendo Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e Ágar Verde Brilhante Vermelho de Fenol (BPLS), então foram armazenadas invertidas na estufa microbiológica, a uma temperatura de 36°C por 24 horas. As colônias características em ambos os ágar foram inoculadas no ágar Triple Sugar Iron (TSI) e no Ágar Lisina Ferro (LIA) e foram incubadas a uma temperatura de 36°C por 24 horas (11). As características apontadas nestes ágar pelo crescimento de microrganismos indicam a suspeita ou não da presença de *Salmonella* spp. e caso necessário segue para provas bioquímicas de confirmação.

Para a contagem de bactérias do gênero *Estafilococos* foi utilizado como referência o método de enumeração de *Estafilococos* coagulase positiva, utilizando a técnica usando Baird-Parker (12). Então, foram retiradas 25 gramas da amostra e adicionado 225 mL de Solução Salina Peptonada a 0,1% (SSP), em uma embalagem estéril e realizou-se a homogeneização, obtendo-se a diluição inicial 10^{-1} . A partir da primeira diluição foram realizadas as diluições decimais seriadas, transferindo assepticamente 1 mL da primeira diluição para 9mL do diluente, até obter as diluições 10^{-2} , 10^{-3} e demais diluições selecionadas. Com as diluições realizadas, foi feito o método de plaqueamento por superfície usando o Ágar Baird Parker, suplementado com gema de ovo e telurito de potássio, sendo realizado a leitura das placas após 24-48 horas incubadas a temperatura de 36°C (12).

Para a contagem de *Escherichia coli* utilizou-se a metodologia baseada no Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água (13). Foram retiradas 25 gramas da amostra e adicionado 225 mL de Solução Salina Peptonada a 0,1% (SSP), em uma embalagem estéril e realizou-se a homogeneização, obtendo-se a diluição inicial 10^{-1} . Seguiu-se os mesmos procedimentos para obtenção das demais diluições seriadas. Com as diluições realizadas, foi feito o método de plaqueamento por profundidade utilizando o Ágar Bile Vermelho Violeta Lactose (VRBL), e adicionado de uma sobrecamada do mesmo ágar. Sendo realizado a leitura das placas após 24 ± 2 horas incubadas a temperatura de 37°C. Então caso houvesse crescimento, as colônias típicas seriam selecionadas e transferidas para o Caldo *Escherichia coli* (EC), e incubado a 45,5° por 24 horas. Tubos positivos para EC, seriam estriados em placas de Ágar Eosin Methylene Blue (EMB) que seriam incubadas a 35°C por 18 a 24 horas. Então selecionaria as colônias típicas e realizaria então a purificação da colônia em Ágar para Contagem Padrão (PCA), encaminhando para confirmação com provas bioquímicas.

Para a determinação do prazo comercial do produto final elaborado, realizou as seguintes análises, por um período de 15 tempos diferentes de estocagem: Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas (BHAM) e Termófilas (BHAT) e análise de contagem de Enterobactérias que utilizaram a metodologia baseada no Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água (13).

As bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas foram quantificadas pelo método de plaqueamento em profundidade, dispensando nas placas, alíquotas de 1 mL das diluições selecionadas. Foi utilizado o meio Ágar para Contagem Padrão (PCA), sendo as placas incubadas em estufa microbiológica com temperatura entre 35°C a 37°C por 48 horas, então as leituras foram realizadas.

As bactérias heterotróficas aeróbias termófilas foram quantificadas pelo método de plaqueamento em profundidade, dispensando nas placas alíquotas de 1 mL das diluições selecionadas. Foi utilizado o meio Ágar para Contagem Padrão (PCA), sendo as placas incubadas em estufa microbiológica com a temperatura de 45 °C por 72 horas. Após este período, as leituras foram realizadas.

Para a quantificação de Enterobactérias utilizou-se as mesmas diluições seriadas das BHAM e BHAT, porém realizou-se plaqueamento por profundidade com sobrecamada em Ágar Violeta de Glicose Biliar Vermelha (VRBG). A contagem foi feita após o tempo de 24 horas a uma temperatura de incubação de 37 °C.

Todas as análises microbiológicas realizadas foram comparadas segundo os padrões microbiológicos estabelecidos na Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019 (14).

Para a realização da análise do pH do produto inovador, foi pesado 10 g de amostra em um béquer, adicionou-se 100 mL de água destilada e agitou-se com um bastão de vidro e então determinou-se o pH utilizando um aparelho pHmetro devidamente calibrado e operando-o de acordo com as instruções do manual do fabricante (15).

Os dados obtidos foram tabulados em planilhas e posteriormente analisados através de estatística descritiva com distribuição de frequência absoluta e relativa dos microrganismos pesquisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Instrução Normativa nº60, de 23 de dezembro de 2019 foi utilizada como parâmetro para todas as análises realizadas nesse trabalho. Neste caso, estabelece como parâmetros para determinação da segurança de alimentos preparados prontos para o consumo elaborados com emprego de calor, a ausência de *Salmonella* spp (14). Para *Escherichia coli*, é permitido que de um total de cinco amostras analisadas, duas amostras possam conter de 10 unidade formadora de colônia por grama de produto (UFC/g) a 20 UFC/g de produto (14). Para Estafilococos coagulase positiva, a legislação estabelece que de cinco amostras analisadas, duas possam conter de 10² UFC/g a 10³ UFC/g (14).

Para as análises de avaliação de condições higiênico-sanitárias, que consistiram na realização da análise de presença ou ausência de *Salmonella* spp, quantificação de *Escherichia coli* e de Estafilococos coagulase positiva, os resultados obtidos estão descritos na tabela 1.

Tabela 10 - Resultados obtidos para as análises higiênico-sanitárias

Análises Higiênico-sanitárias	
Análises	Resultado
<i>Salmonella</i>	Ausência em 25 g de produto
<i>Escherichia coli</i>	0 UFC/g de produto
Estafilococos coagulase positiva	0 UFC/g de produto

Para a análise de presença ou ausência de *Salmonella* spp. o resultado consistiu na ausência desse microrganismo, pois diante de todo o procedimento da análise, não se obteve características desse microrganismo nas provas microbiológicas realizadas. Para as análises de quantificação de *Escherichia coli* e Estafilococos coagulase positiva, não houve crescimento microbiano nos ágar, significando então a ausência desses microrganismos no produto produzido.

Essas análises determinam se a apertização do produto ocorreu de forma adequada e se todos os parâmetros higiênicos-sanitários foram seguidos para a elaboração do produto Tambatinga ao natural com ervas aromáticas. A apertização pode ser definida pelo aquecimento do produto, anteriormente preparado, em recipientes hermeticamente fechados, usando o vácuo, submetido um tempo à temperatura alta até a destruição dos microrganismos, sem modificação do resultado final dos alimentos (16).

A análise de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas não diferencia tipos de bactérias, sendo então utilizadas para obter informações gerais de qualidade do produto, como práticas de manufatura, matérias primas utilizadas, condições de processamento, manipulação e vida de prateleira, qualidade sanitária dos alimentos, podendo indicar deficiência durante o armazenamento (13). Não há um limite estabelecido no Brasil para contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas em alimentos prontos para o consumo, entretanto, a Comissão Internacional de Especificações Microbiológicas para Alimentos - ICMSF recomenda que a população destas bactérias não ultrapasse 10^7 UFC/g em pescados destinados a consumo humano (17). Para a análise de contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas foram obtidas contagens que variaram de 0 Log UFC/g de produto a 3,32 Log UFC/g de produto, demonstrando que o produto estava apto para o consumo humano durante o período de tempo que foi analisado, que consistiram em 33 dias de análises.

A contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Termófilas variou de 0 Log UFC/g a 2,35 Log UFC/g de produto analisado, sendo assim, demonstrando um produto apto para o consumo durante o tempo analisado, 33 dias. Neste caso, pode-se observar que o tratamento térmico foi eficiente, pois durante o período analisado de 33 dias, o produto permaneceu com baixa carga bacteriana.

Em relação as bactérias que podem ser encontradas tanto na água como também nos peixes estão aquelas pertencentes a Família *Enterobacteriaceae* (Enterobactérias) à qual pertencem as bactérias do grupo coliformes e, a presença de coliformes de origem fecal (*Escherichia coli*) oferece os maiores riscos à saúde do consumidor (18, 19). A análise de contagem de Enterobactérias variou de 0 Log UFC/g a 0,04 Log UFC/g de

produto, portanto, não oferecendo risco a saúde do consumidor durante o período de 33 dias. Os dados estão expostos na tabela 2.

Tabela 11 - Resultados das análises microbiológicas realizadas para a determinação do prazo comercial do produto

Tempo de Estocagem	BHAM (Log UFC/g)	BHAT (Log UFC/g)	Enterobactérias (Log UFC/g)
T1	0	0	0
T4	0	1,04	0
T7	3,32	2,04	0
T10	0	0	0,04
T13	0,04	0,04	0
T15	2,04	0	0
T17	0,52	0	0
T19	2,19	2,35	0
T21	1,75	0	0
T23	0	0	0
T25	0,34	2,09	0
T27	0	0,04	0
T29	3,22	0	0
T31	0	0,94	0
T33	1,44	2,10	0

Os resultados obtidos na análise de pH variaram durante o tempo de estocagem do produto, foram analisados os mesmos tempos de estocagem, sendo os resultados expressos na tabela 3.

Tabela 12 - Resultados da análise de pH (média da triplicata)

Tempo de Estocagem	Resultado pH (média da triplicata)
T1	6,56
T4	6,51
T7	6,49
T10	7,02
T13	6,32
T15	6,58

T17	6,84
T19	6,38
T21	7,05
T23	6,03
T25	6,0
T27	6,07
T29	6,58
T31	7,2
T33	6,51

De acordo com os resultados obtidos nas análises microbiológicas realizadas, sendo essas a ausência de *Salmonella* spp., ausência de *Escherichia coli* e Estafilococos coagulase positiva e também as baixas contagens de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas, Termófilas e de Enterobactérias, é possível dizer que o produto inovador Tambatinga ao natural com ervas aromáticas, apresentou eficiência no tratamento térmico utilizado. A apertização é uma forma muito útil para agregar valor aos peixes regionais além de proporcionar sua conservação, promovendo o aumento da vida útil de prateleira do produto, facilitando assim seu fornecimento, transporte e comercialização durante todo o ano (20). Também pode-se concluir que o produto foi fabricado de acordo com as Boas Práticas de Fabricação. Os resultados da análise de pH variaram de 6,0 a 7,2.

Ainda se encontra limitado os produtos industrializados de pescado no mercado, particularmente no que diz respeito à aplicação de tecnologia de apertização em peixes de água doce e nativos de biomas característicos como os do pantanal (20). De acordo com os resultados obtidos, foi possível confirmar que o produto inovador Tambatinga ao natural com ervas aromáticas permaneceu estéril durante o período analisado, seguindo as Boas Práticas de Fabricação durante a elaboração, sendo assim, é possível afirmar também, que o produto foi autoclavado corretamente, pois as contagens bacterianas foram baixas, e o objetivo de autoclavar produtos alimentícios é a destruição de microrganismos presentes neste meio.

CONCLUSÕES

Diante de todos os parâmetros analisados, o produto Tambatinga ao natural com ervas aromáticas é caracterizado um produto apto para o consumo humano durante o período de 33 dias, pois não excedeu nenhum fator preconizado na legislação vigente, além de ser uma alternativa para os consumidores que buscam aumentar o consumo de peixe no dia a dia, sendo um produto prático e rápido para o consumo.

REFERÊNCIAS

1. Peixe BR. **PEIXE BR Lança Campanha para Aumento do Consumo de Peixes de Cultivo do País**. [Internet]. São Paulo; 2018 [acesso em 01 Jun 2020].

- Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/peixe-br-lanca-campanha-para-aumento-do-consumo-de-peixes-de-cultivo-no-pais/>.
2. Peixe BR. **Piscicultura Brasileira Produziu 722.560 Toneladas em 2018, Segundo Levantamento da PEIXE BR [Internet]**; 2019 [acesso em 01 de Jun de 2020]. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/piscicultura-brasileira-produziu-722-560-toneladas-em-2018-segundo-levantamento-da-peixe>.
 3. Valenti, W. C.; Poli, C. R.; Pereira, J. A. *Aquicultura no Brasil: bases para desenvolvimento sustentável*. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2000. 399p.
 4. Glowka, R. P. **Produção e Comercialização de Pescado no Município de Laranjeiras do Sul, PR**. Dissertação [Mestrado]. Laranjeiras do Sul: Universidade Federal da Fronteira Sul; 2018.
 5. Pinto, U.M. Landgraf, M.; Franco, B.D.G. de M. *Deterioração Microbiana dos Alimentos*. Microbiologia e higiene de alimentos. 2019. 272p.
 6. Minozzo, M.G; Waszczynskyj, N; Boscolo, W.R. Utilização de Carne Mecanicamente Separada de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) para a produção de patê cremoso e pastoso. [2008: v.19, n. 3] *Alimentos e Nutrição*, p. 315-319.
 7. Centenario, G.S; Feddern, V; Bonow, E.T; Salas-Mellado, M. Enriquecimento de pão com proteínas de pescado. [2007: v.27, n. 3]. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, p. 663-668.
 8. Oliveira, A. R. G. de; Oliveira, A. L. G. de; Paula, B. de; Freitas, A. S. F.; Borges, J. T. da S. Apertização de Lula (*Dorytheutis brasiliensis*) em Salmoura. Anais da XI Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ; 2001. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2001.
 9. Gava, A. J.; Silva, C. A. B.; Frias, J. R. G. *Tecnologia de Alimentos: princípios e aplicações*. São Paulo: Nobel, 2008.
 10. Gonçalves, A. A. *Tecnologia de Pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo: Atheneu, 2011.
 11. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO 6579: Microbiologia de alimentos para consumo humano e animal: método horizontal para a detecção de Salmonella spp. Rio de Janeiro. ABNT; 2014. 35p.
 12. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO 6888-1: Microbiologia de alimentos para consumo humano e animal: Método horizontal para a enumeração de Estafilococos coagulase positiva. Parte 1: Técnica usando Baird-Parker. Rio de Janeiro. ABNT; 2019 20 p.

13. Silva, N.; Junqueira, V. C. A.; Silveira, N. F. A.; Taniwaki, M. H.; Santos, R. F. S.; Gomes, R. A. R. Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água, 5ª edição. São Paulo: Blucher, 2017.
14. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as Listas de Padrões Microbiológicos para Alimentos, Diário Oficial da União. Brasília-DF, 2019.
15. Zenebon, O.; Pascuet, N.S.; Tiglea, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos [versão eletrônica]. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
16. Filho, A.B.M.; Vasconcelos, A.S. Conservação de alimentos. Recife: Edufrpe, 2010.
17. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganisms in foods.2. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications (2d ed). Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1986.
18. Jay, J.M. 1992. Modern food microbiology. 4ed, vol.2. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.
19. Melo, R.R. Análise da qualidade microbiológica do peixe (*Eugerres brasilianus*, Curvier 1830) e das águas do Estuário do Rio Itanhaém, SP, Brasil. Dissertação [Mestrado]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2015.
20. Reis, J.O. Apertização de Pescado do Pantanal Mato-Grossense. Dissertação [Graduação]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 2017.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-77>

Capítulo 77

A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A NOTCO®

Iris Layane Rodrigues Torres¹; Carolina Natalie Fontes Arôxa²; Jenisson Linike Costa Gonçalves³; Matheus Pérciles Silva Láscares⁴; Tatiana Pacheco Nunes⁵; Antônio Martins de Oliveira Junior⁶; Lília Calheiros de Oliveira Barretto⁷

¹Estudante do curso de Bacharelado em Agroindústria – NEAGROS – UFS; E-mail: irislayane@academico.ufs.br, ²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCET – UFS; E-mail: carolzinha_aroxa@hotmail.com, ³Estudante do Curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PROCTA – UFS; E-mail: jenissonlinike@academico.ufs.br, ⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCET – UFS; E-mail: matheus1709@hotmail.com ⁵Docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFS; E-mail: tpnunes@academico.ufs.br, ⁶Docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFS; E-mail: amartins@academico.ufs.br, ⁷Docente do Núcleo de Graduação em Agroindústria – NEAGROS – UFS; E-mail: liliacalheiros@academico.ufs.br

Resumo: Com os recentes avanços tecnológicos, incorporar inteligência artificial no processo produtivo industrial já se configura como uma possibilidade muito mais acessível e executável. Este trabalho aborda um estudo de caso de uma empresa multinacional que utiliza técnicas de inteligência artificial (IA) para o desenvolvimento de produtos alimentícios. Fundada em 2015 no Chile, a NotCo® utiliza uma plataforma de IA chamada Giuseppe. O algoritmo analisa e compara a estrutura molecular do alimento que será replicado e de ingredientes vegetais. Com o cruzamento de informações, o sistema sugere uma formulação que, usando apenas vegetais, atinge resultados muito próximos em termos de sabor, textura e valor nutricional do produto animal original. O método de análise de dados *machine learning* também contribui para que os resultados sejam mais rápidos e precisos. Com os feedbacks recebidos, a plataforma se torna cada vez mais inteligente, o que possibilita o desenvolvimento de novos produtos alimentícios de maneira mais eficaz e precisa. A NotCo® comercializa atualmente os produtos Not Burger®, Not Mayo®, Not IceCream® e Not Milk®. Os consumidores estão cada vez mais preocupados com a sustentabilidade das cadeias produtivas e a saudabilidade dos alimentos que compram, além dos impactos ambientais gerados na produção dos mesmos, o que impulsiona um aumento significativo para o consumo de produtos à base de vegetais. A NotCo® é hoje uma das maiores startups que utiliza a IA para produção de alimentos, o que demonstra o enorme potencial de implementação da inteligência artificial e do *machine learning* no setor alimentício, de forma a auxiliar no desenvolvimento de novos produtos atendendo à demanda da produção sustentável de alimentos.

Palavras-chave: Alimentos *plant-based*; Indústria 4.0; inteligência artificial; sustentabilidade

INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos vem passando por grandes mudanças ao longo dos anos e a inovação em tecnologia desempenha um papel fundamental para essas transformações. Paralelamente a esta evolução, a aplicação de sistemas de Inteligência Artificial (IA) torna os processos produtivos mais flexíveis, eficientes e com alta qualidade, ao mesmo tempo em que é possível realizar a transmissão de informações e a coleta de dados melhorando toda a cadeia da indústria (1).

A introdução de uma profusão da digitalização ao ambiente de produção industrial engloba o conceito da Indústria 4.0. A combinação de tecnologias resultou na conhecida 4ª Revolução Industrial, caracterizada pela fusão do mundo real com o virtual, capaz de fabricar produtos de forma mais eficiente com a comunicação e integração entre máquinas, pessoas e recursos, agregando flexibilidade aos processos, criando os chamados cyberfísicos e propiciando a aplicabilidade da inteligência artificial (2).

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) estima em 15% o total de empresas brasileiras que utilizam atualmente as tecnologias digitais, ou seja, que estão aderindo ao movimento da Indústria 4.0, mesmo que ainda se encontrem em um estágio inicial. De acordo com estudos realizados pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), entre 2016 e 2018, o número de indústrias que utilizam a tecnologia digital passou de 63% para 73%, o que indica que muitas organizações estão priorizando a implantação da IA em diversas áreas, como no gerenciamento de negócios e na automação digital com sensores para controle de processos, contribuindo para o aumento da eficiência de produção (3). Ainda segundo a CNI, sete em cada dez grandes indústrias já utilizam tecnologias digitais, as quais estão distribuídas em múltiplos setores e áreas (3).

De acordo com estudo reportado por Berger (4), até 2035, somente na Europa Ocidental, espera-se um crescimento adicional de € 420 bilhões com a utilização de redes inteligentes ligadas a sistemas e cadeias de processos. Outro estudo realizado pela PricewaterhouseCoopers (5) mostra que até 2030 a inteligência artificial pode contribuir com US\$ 15,7 trilhões, tendo uma participação significativa para o crescimento econômico global.

Os sistemas de Inteligência Artificial podem estar agregados a cinco tipos de dimensões de sustentabilidade: individual, técnica, social, econômica e a ambiental. Pesquisadores acreditam que a IA é capaz de atuar de maneira extremamente benéfica para a sustentabilidade ambiental, podendo auxiliar na gestão/redução de resíduos, na poluição do ar, água e solo, na redução de gases de efeito estufa, na gestão dos recursos hídricos, entre outros (6). Em estudo feito pela Intel com mais de 200 empresários da área de sustentabilidade ambiental, 74% deles acreditam que a IA irá ajudar a combater os desafios ambientais mais extensos e demorados (7).

A indústria de alimentos, para se manter em um mercado competitivo, busca sempre desenvolver produtos que satisfaçam as necessidades dos consumidores a partir das tendências globais de alimentação (8). Os sistemas de Inteligência Artificial na indústria de alimentos possuem a capacidade de realizar tarefas complexas com baixa probabilidade de erros, reduzindo custos, uma vez que é possível prever demandas de

forma a reduzir desperdícios e contribuir para uma melhor manutenção de estoque e fornecimento de matéria-prima. Além disso, considera-se a atuação da IA em tomada de decisões e solução de problemas de forma ágil e segura (9). Neste contexto, a inteligência artificial torna a indústria alimentícia mais autônoma, competitiva e eficiente.

A IA surge como uma alternativa para aperfeiçoar os processos produtivos, bem como atuar em diferentes etapas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), contemplando a formulação de novos produtos e a análise sensorial. Dessa forma, neste trabalho será apresentado um estudo de caso sobre a NotCo®, startup referência na área de aplicação de técnicas de inteligência artificial para o desenvolvimento de produtos alimentícios.

MATERIAL E MÉTODOS

O procedimento técnico aplicado para o desenvolvimento deste trabalho foi o estudo de caso, definido como um estudo que investiga fenômenos de modo a permitir explorar, explicar e fornecer uma compreensão aprofundada do assunto estudado (10).

Realizou-se um estudo de caso sobre a NotCo® a qual, por meio da inteligência artificial, vem lançando no mercado internacional produtos à base de vegetais, que reproduzem o sabor e a textura dos produtos originais que desejam replicar, tornando-se referência atual para a indústria de alimentos no quesito de IA. O estudo foi desenvolvido por meio de pesquisas *online*, durante o período de 08 a 20 de junho de 2021.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A história da NotCo®

A *foodtech* NotCo® foi fundada no ano de 2015, com sede em Santiago, capital do Chile, pelo engenheiro comercial Matias Muchnick e por dois sócios, Karim Pichara, doutor em ciência da computação, e Pablo Zamora, doutor em bioquímica, com pretensão de revolucionar a indústria alimentícia, transformando alimentos industriais como carne, leite e maionese, em produtos que em sua composição não contivessem ingredientes de origem animal e com valores nutricionais ainda melhores que os tradicionais (11). A NotCo® será considerada a primeira startup *plant-based* a possivelmente atingir a marca do primeiro bilhão de dólares.

Realizar a preparação de alimentos como maionese sem introduzir ovos ou leite em sua receita não é novidade para quem adota uma dieta vegetariana ou vegana. Porém, utilizar inteligência artificial para recriar alimentos 100% vegetais que contenham textura e sabor dos ingredientes lácteos e cárneos caracteriza o diferencial mercadológico da empresa, que tem como missão “deixar os animais de fora da cadeia de produção alimentar sem nunca, jamais comprometer o gosto” (12).

Tudo começou com um “Why not?”, traduzido para o português “Por que não?”. Quando os fundadores constataram que, removendo a atividade animal da produção de alimentos, poderiam contribuir com a proteção do planeta, desenvolveram um algoritmo com capacidade de analisar e identificar combinações de plantas para reproduzir produtos similares aos de origem animal e torná-los sustentáveis, sem comprometer o sabor, aspecto sensorial de alta relevância para o mercado de produtos veganos e vegetarianos.

Presente no Brasil desde março de 2019, além de Argentina, Chile, Colômbia e Estados Unidos, a *foodtech* planeja utilizar o investimento de maneira estratégica para acelerar sua expansão no mercado de *food service* no país e também no mercado norte-americano. No caso do Brasil, o plano é chegar às gôndolas dos pequenos aos grandes varejistas e redes de *food service*. Até o momento, a startup chilena NotCo® já levantou cerca de US\$ 130 milhões e acredita que pode se tornar um unicórnio ainda em 2021, ou seja, atingir a margem de US\$ 1 bilhão (13).

A NotCo® e a Inteligência Artificial

A plataforma de IA da NotCo® chama-se Giuseppe e examina enormes conjuntos de dados, a exemplo da Biblioteca Nacional Agrícola do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA); para encontrar combinações de ingredientes e processamentos que melhor imitariam os elementos (sabor, textura, etc.) de carne real ou laticínios em análogos à base de plantas. A proposta é encontrar combinações específicas para desenvolver novos produtos que se assemelhem ao máximo à carne e aos laticínios tradicionais (14).

O algoritmo da plataforma analisa e compara a estrutura molecular do alimento que será replicado de ingredientes vegetais, deste modo, ele cruza essas informações e sugere uma formulação que, usando apenas vegetais, alcançará resultados muito próximos em termos de sabor, textura e valor nutricional do produto original (15).

O algoritmo apresenta uma proposta de formulação, com os respectivos ingredientes e proporções, e uma equipe de chefs e cientistas selecionam as melhores, testam na cozinha-laboratório e conduzem uma análise sensorial apropriada. Então, eles retroalimentam o Giuseppe com seus feedbacks e, se necessário, pedem ajustes na combinação, até que definam a formulação ideal. Para que o algoritmo se torne cada vez mais inteligente, a equipe técnica analisa mais de cem formulações por mês (15).

Em consequência do método de análise de dados *machine learning*, os resultados ficam mais rápidos e precisos. A partir dos feedbacks, a plataforma se torna mais inteligente, o que possibilita o desenvolvimento de novos produtos alimentícios de forma mais eficaz e precisa. Os intervalos de tempo reais dedicados à elaboração dos produtos que compõem o portfólio da NotCo® estão apresentados na Figura 1.



Figura 1 – Tempo de produção dos produtos da NotCo®.

Fonte: Adaptado de NotCo® (16).

A NotCo® anunciou em março de 2021 a aprovação da patente do seu sistema, tornando-se a única empresa até então a conseguir decifrar neste segmento de mercado o código das técnicas de inteligência artificial e do aprendizado da máquina (*machine learning*) e, assim, produzir alimentos à base de plantas que são considerados semelhantes ou, a depender do público consumidor, qualificados como melhores que os produtos de origem animal (17). Recentemente, a empresa teve sua patente concedida nos EUA (Protocolo US10,915,818) para explorar a sua tecnologia de inteligência artificial.

Produtos *plant-based* da NotCo®

A NotCo® comercializa atualmente os produtos Not Burguer®, Not Mayo®, Not IceCream® e Not Milk® no Brasil, Argentina, Chile, Colômbia e, projetam para este ano alcançar novos países, como Canadá e México (18). A tecnologia patenteada ajuda a manter o processo de chegada dos produtos atuais ao mercado seguro como também proporciona uma vantagem na inovação futura, instaurando uma nova era no mercado global baseado em plantas.

O Chile representa o terceiro maior mercado no consumo de maionese no mundo. Visando um consumo mais sustentável e saudável a NotCo®, após 18 meses de pesquisas, recriou o seu primeiro produto com proposta de substituição à original maionese, denominado Not Mayo®. A linha é composta por 4 sabores, sendo eles, azeitona preta, alho, picante e a tradicional, ambos produzidos sem adição de ovos e à base de grão de bico (Figura 2). Por se tratar de um produto 100% vegetal, sua produção possui um impacto muito menor, utilizando 83% menos água, utilizando 32,5% menos energia e gerando 37% menos produção de gás carbônico, contribuindo de forma significativa para a sustentabilidade do planeta (16).



Figura 2 – Not Mayo® nos sabores azeitona preta, alho, original e picante, respectivamente.

Fonte: Adaptado de NotCo® (16).

O modelo de negócio da NotCo® se propõe a produzir em grande escala, porém com menor impacto ambiental quando comparado com a cadeia produtiva tradicional. As características nutricionais deste produto estão descritas na Tabela 1, onde se pode

observar a comparação do Not Mayo® com uma maionese tradicional. Uma embalagem de 350 gramas do produto custa em média R\$ 12,90 no mercado brasileiro.

Tabela 1 – Comparação da informação nutricional da Not Mayo® e de uma maionese tradicional para uma porção de 12g.

Informação nutricional	Not Mayo®	% VD*	Hellmann's®	% VD*
Valor energético (kcal)	70	4	43	2
Carboidratos (g)	0	0	0,7	0
Proteínas (g)	0	0	0	0
Gorduras totais (g)	7,6	14	4,4	8
Gorduras saturadas (g)	1,3	6	0,7	3
Gorduras monoinsaturadas (g)	1,8	**	----	----
Gorduras poli-insaturadas (g)	4,4	**	----	----
Gorduras trans (g)	0	**	0	**
Colesterol (mg)	0	**	----	----
Fibra alimentar (g)	0	0	0	0
Sódio (mg)	61	3	71	3

*% Valores diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. ** VD não estabelecido. Fonte: Adaptado de NotCo® (16).

O Not Milk® é uma bebida à base de vegetais e o segundo produto alimentício a ser lançado pela NotCo®. Em virtude do aprendizado da máquina, o algoritmo conseguiu desenvolver o Not Milk® em 10 meses. A linha dessa bebida vegetal está ofertada no mercado sob três variações: o original (3,0% de gordura), o semi (1,5% de gordura), o levíssimo (0,8% de gordura) e o sabor chocolate (Figura 3). A embalagem de 01 litro de Not Milk® custa aproximadamente R\$ 11,90 no mercado nacional. A produção da Not Milk® gera um impacto ambiental muito menor comparado com o leite de vaca, demanda 92% menos água, 74% menos energia e libera 74% menos CO₂ para a atmosfera, além de não conter lactose, glúten, colesterol ou qualquer produto transgênico em sua composição (16).



Figura 3 – Not Milk® nas variações: original, semi, levíssimo e chocolate.
Fonte: Adaptado de NotCo® (16).

O Not IceCream® é um sorvete vegano que possui a mesma cremosidade dos sorvetes tradicionais. Desenvolvido em apenas cinco meses, sem adição de leite e com proteína de ervilha, não contém glúten, transgênico e ovos na sua formulação. A linha é composta por três sabores, chocolate chips, baunilha e cookies & cream. Comparado a produção do sorvete tradicional, a Not IceCream® baunilha gera menor impacto ambiental, demanda 94% menos água, 77% menos energia e 77% menos CO₂ liberado para a atmosfera (16). No Brasil, um pote contendo 120 mL custa aproximadamente R\$ 14,00 e o de 473 mL, R\$ 35,00.

Graças ao aprendizado de máquina, Giuseppe conseguiu recriar a receita do Not Burger® em apenas três meses, possuindo as mesmas características sensoriais e nutricionais de um hambúrguer tradicional (16). O Not Burger® (Figura 4) pesando 200 gramas custa aproximadamente R\$ 17,99. No Brasil os produtos da NotCo® estão em mais de 700 pontos de venda de redes como Pão de Açúcar, Carrefour, Sam's Club, Big e Zaffari. O grande desafio da NotCo® é conseguir ganhar escala, uma vez que, o preço dos produtos ainda é elevado (19). As informações nutricionais dos produtos Not Milk®, Not IceCream® e Not Burger® estão descritas na Tabela 2.



Figura 4 – Not Burguer® de 100 gramas.

Fonte: Adaptado de NotCo® (16).

Tabela 2 – Composição nutricional do Not Milk® (versão original) para uma porção de 350g, do Not IceCream® (sabor baunilha) e do Not Burguer®.

Informação nutricional	Not Milk®	% VD*	Not IceCream®	% VD*	Not Burguer®	% VD*
Valor energético (kcal)	3	67	7	137	210	420
Carboidratos (g)	0	0	5	16	2,2	4,4
Açúcares totais (g)	----	----	----	9,2	----	----
Proteínas (g)	0	0	2	1,4	14	28
Gorduras totais (g)	13	7,3	13	7,4	16	32
Gorduras saturadas (g)	3	0,6	30	6,7	9,2	18,4
Gorduras monoinsaturadas (g)	----	4,4	----	0,2	4,3	8,6
Gorduras poli-insaturadas (g)	----	2,2	----	0,5	0,8	1,6
Gorduras trans (g)	----	0	----	0	0	0
Colesterol (mg)	0	0	----	0	0	0
Fibra alimentar (g)	0	0	1	0,3	5,8	11,6
Sódio (mg)	2	38	2	42	441	882

*% Valores diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. Fonte: Adaptado de NotCo® (16).

O Giuseppe realiza aplicações que vão desde a análise e compreensão das propriedades moleculares de alimentos para encontrar combinações de plantas, e assim, produzirem substitutos para alimentos populares de origem animal utilizando apenas vegetais que ao serem combinados conseguem reproduzir a estrutura, o sabor, a textura e os nutrientes do produto original. A IA desempenha um grande papel para a sustentabilidade do planeta. As preocupações dos consumidores em relação aos impactos ambientais gerados na produção de alimentos estão impulsionando um aumento significativo para o consumo de produtos à base de vegetais.

Na América Latina, a NotCo® se tornou uma startup referência que faz uso da tecnologia para produção de alimentos, ganhando destaque por seu rápido crescimento no mercado. Com uma combinação de cientistas, chefs culinários, designs e engenheiros, em quatro países diferentes, fornecendo feedback para o algoritmo, a empresa continua a evoluir rapidamente para impulsionar a indústria.

CONCLUSÕES

Tendo como base de estudo uma empresa multinacional, a pesquisa procurou apontar os desafios e os benefícios de se aplicar inteligência artificial para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios. O estudo também mostrou como as empresas podem se tornar mais competitivas com aplicações de inteligência artificial em seus processos produtivos. Por outro lado, o modelo de produção da NotCo® visa a redução do impacto ambiental, a partir da remoção da atividade animal na produção de alimentos. A empresa se propõe a fazer da tecnologia uma aliada para produzir em grande escala alimentos com características sensoriais e nutricionais similares as dos ingredientes lácteos e cárneos sem utilizar nenhum componente de origem animal em sua formulação. Essa mudança na consciência alimentar dos consumidores é de extrema importância e vem direcionando o setor alimentício para uma produção mais sustentável. E a implantação de inteligência artificial e o *machine learning* possuem um grande potencial de causar um impacto significativo para a sustentabilidade do planeta.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Sergipe – UFS, pelo apoio acadêmico relativo a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Silva EF, Kawakame MS. Logística 4.0: Desafios e inovações [Internet]. In: IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção; 2019 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/09272019_160930_5d8e6626548f1.pdf.
2. Confederação Nacional da Indústria. Desafios para a indústria 4.0 no Brasil. Brasília: CNI; 2016.
3. Confederação Nacional da Indústria. Investimentos em indústria 4.0. Brasília: CNI; 2018.
4. Siemens. Inteligência artificial na indústria: produção inteligente [Internet]. 2018 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: <https://new.siemens.com/br/pt/empresa/stories/tecnologia/ai-na-industria.html>.
5. Decision Report. AI poderá contribuir em mais de US\$15,7 tri para a economia global até 2030 [Internet]. 2019 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: <https://www.decisionreport.com.br/mercado/ai-podera-contribuir-em-mais-de-us157-tri-para-a-economia-global-ate-2030/#.YX3L9FTML4Z>.
6. Russo IFD. O impacto da inteligência artificial na sustentabilidade ambiental: uma agricultura sustentável [dissertação]. Lisboa: Universidade de Lisboa; 2020.
7. Brady T. Intel Study: Applying Emerging Technology to Solve Environmental Challenges [Internet]. 2018 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: <https://newsroom.intel.com/editorials/intel-study-applying-emerging-technology-solve-environmental-challenges/#gs.egv8ia>.
8. Silva V, Amaral AMP. Segurança alimentar, comércio internacional e segurança sanitária. Informações Econômicas. 2004;34(6):38–45.
9. Porazza R. Inteligência artificial na indústria: tudo o que você precisa saber [Internet]. 2018 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em:

- <https://pollux.com.br/blog/inteligencia-artificial-na-industria-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>.
10. Freitas WRS, Jabbour CJC. Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões. *Estudo & Debate*. 2011;18(2):07–22.
 11. Cesar L. Giuseppe, a inteligência artificial que recria alimentos que amamos usando vegetais [Internet]. 2019 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: <https://thesummerhunter.com/alimento-notco-giuseppe-inteligencia-artificial-vegano/>.
 12. Abdalla S. Startup que usa inteligência artificial para produzir alimentos chega ao Brasil com planos de expansão [Internet]. 2019 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/economia/startup-notco-inteligencia-artificial-alimentos-brasil/>.
 13. Forbes. NotCo, foodtech investida por Jeff Bezos, recebe aporte do Enlightened Hospitality [Internet]. 2021 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2021/06/notco-foodtech-investida-por-jeff-bezos-recebe-aporte-do-enlightened-hospitality/>.
 14. Marston J. Plant-Based Food Producer NotCo Granted U.S. Patent for Its AI Technology [Internet]. 2021 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: <https://thespoon.tech/plant-based-food-producer-notco-granted-u-s-patent-for-its-ai-technology/>.
 15. Lehnen N. Como a NotCo está revolucionando a indústria alimentícia usando inteligência artificial [Internet]. 2020 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: <https://rulez.io/blog/notco-inteligencia-artificial-industria-alimenticia/>.
 16. Not Company. Sobre a NotCo [Internet]. 2020 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: <https://notco.com/br/>.
 17. Júlio RA. NotCo, startup de alimentos plant-based, registra patente de seu algoritmo [Internet]. 2021 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: <https://revistapegn.globo.com/Startups/noticia/2021/03/exclusivo-notco-startup-de-alimentos-plant-based-registra-patente-de-seu-algoritmo.html>.
 18. Pacete LG. Com patente aprovada, NotCo coloca IA à disposição do B2B [Internet]. 2021 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: <https://fastcompanybrasil.com/tech/foodtech/com-patente-aprovada-notco-coloca-ia-a-disposicao-do-b2b/>.
 19. Ventura J. Depois de pouco mais de um ano no Brasil, fabricante plant based NotCo vai lançar e-commerce próprio [Internet]. 2020 [acesso em 30 de out 2021]. Disponível em: <https://forbes.com.br/principal/2020/07/exclusivo-depois-de-pouco-mais-de-um-ano-no-brasil-fabricante-plant-based-notco-vai-lancar-e-commerce-proprio/>.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-78>

Capítulo 78

ELABORAÇÃO DE QUEIJO TIPO MINAS PADRÃO MATURADO EM LICOR E DETERMINAÇÃO DO PRAZO COMERCIAL

Thamara Larissa de Jesus Furtado¹, Helen Cristine Leimann Winter², Natalia Marjorie Lazon de Moraes³, Marina Ribeiro Baicere⁴, Ayla Mayza de Oliveira Dantas⁵, Marilu Lanzarin⁶, Daniel Oster Ritter⁷

¹Estudante do Curso de Engenharia de alimentos- IFMT- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato grosso-campus Cuiabá, Bela Vista; E-mail: thamara.ljf93@gmail.com, ²Estudante do Curso de Engenharia de alimentos- IFMT- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato grosso-campus Cuiabá, Bela Vista. E-mail: leimann.helen@gmail.com, ³Estudante do Curso de Engenharia de alimentos- IFMT- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato grosso-campus Cuiabá, Bela Vista. E-mail: natalia.laz@hotmail.com, ⁴Estudante do Curso de Engenharia de alimentos- IFMT- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato grosso-campus Cuiabá, Bela Vista. E-mail: marinabaicere3@gmail.com, ⁵Estudante do Curso de Engenharia de alimentos- IFMT- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato grosso-campus Cuiabá, Bela Vista. E-mail: aylamayza@gmail.com, ⁶Docente/pesquisador do IFMT- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato grosso-campus Cuiabá, Bela Vista. E-mail: marilu.lanzarin@ifmt.edu.br, ⁷Docente/pesquisador do IFMT- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato grosso-campus Cuiabá, Bela Vista. E-mail: daniel.ritter@ifmt.edu.br

Resumo: Os queijos são alimentos derivados do leite, ricos em proteínas de alto valor biológico, cálcio, iodo, zinco, selênio, fósforo e vitaminas, existindo variados tipos, feitos a partir de diferentes leites e diferentes processos de produção. Entende-se por queijo maturado, o produto no qual sofreu trocas bioquímicas e físicas necessárias e características da variedade do queijo. Os licores, principalmente os artesanais, se apresentam como uma alternativa para aproveitamento de produtos regionais, agregando valor e renda às pequenas regiões de produção agrícola. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo a elaboração de um queijo do tipo minas padrão maturado com licor de caju, assim como a determinação de sua vida de prateleira e qualidade higiênico-sanitária. Primeiramente, o queijo foi elaborado e então, foi maturado em licor de caju, após a produção, o produto foi embalado em embalagem à vácuo e armazenado sob refrigeração para que se pudesse observar o seu prazo comercial. O produto elaborado se mostrou apto para o consumo durante os 23 dias de estocagem, além disso, por meio dos resultados das análises microbiológicas, foi possível observar que o produto foi produzido sob boas condições higiênico-sanitárias, se mostrando uma boa alternativa de agregação de valor, podendo assim contribuir para a fonte de renda de pequenos produtores.

Palavras-chave: Agregar; Inovação; Qualidade

INTRODUÇÃO

Os queijos são alimentos derivados do leite, ricos em proteínas de alto valor biológico, cálcio, iodo, zinco, selênio, fósforo e vitaminas, existindo variados tipos, feitos a partir de diferentes leites e diferentes processos de produção (1). Devido ao grande desenvolvimento tecnológico de sua produção surgiram, em nível nacional, diversas variedades, sendo algumas de expressão regional (2, 3). Na economia mundial de lácteos, o Brasil contribuiu em 2003, com 2,7 % da produção mundial. Tendo como destaque também, a maior taxa anual de crescimento da produção nos últimos 10 anos (4).

O queijo Minas Padrão, brasileiro por excelência e, provavelmente, um dos primeiros queijos produzidos em escala industrial no país, tem sua origem perdida nos tempos tal como sua identidade (5). Apesar de ser um dos queijos mais produzidos em Minas Gerais, suas características físico-químicas e sensoriais não são padronizadas devido à ausência de regulamento técnico de identidade e qualidade do produto. A grande exigência dos consumidores e a necessidade de agregar valor econômico ao produto, fez com que a busca por inovação e qualidade nesse setor crescesse significativamente nos últimos anos (6), fato que impulsiona a busca por inovações no processamento do queijo.

Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado obtido a partir da separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído, ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de ácidos orgânicos, de bactérias específicas, isolados ou combinados, sendo estes todos de qualidade apta para o uso alimentar. O queijo pode ou não, ter adição agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos. Entende-se por queijo maturado, o produto no qual sofreu trocas bioquímicas e físicas necessárias e características da variedade do queijo (7).

De acordo com a Instrução Normativa nº 55 de 31 de outubro de 2008 (8), tem-se por definição de licor como a bebida com graduação alcoólica de 15% a 54% em volume, tendo um percentual de açúcar superior a 30 g/L, sendo elaborado com uma parte alcoólica e com uma parte não-alcoólica, sendo a última de origem vegetal ou animal (8).

Poucos são os estudos existentes em relação à maturação de queijos com licores, sabe-se que o vinho branco possui capacidade de atribuir características únicas ao queijo durante o processamento (9), assim como a cerveja, a qual possui sua produção mais facilitada devido aos seus ingredientes (10) e, a cachaça a qual é muito apreciada pelos brasileiros, obtida a partir da destilação da cana-de-açúcar (11). Os licores, principalmente os artesanais, se apresentam como uma alternativa para aproveitamento de produtos regionais, agregando valor e renda às pequenas regiões de produção agrícola (12).

Sendo assim, considerando o alto valor nutricional do queijo, assim como a busca constante da população por produtos diferenciados e com uma boa aceitabilidade, o presente trabalho proporcionou uma alternativa ao consumidor, assim como também ao pequeno produtor, dando a este uma alternativa maior de renda, além de agregar valor aos produtos regionais como o licor feito a partir do caju (fruto regional). Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo a elaboração de um queijo do tipo minas padrão maturado com licor de caju, assim como a determinação de sua vida de prateleira e qualidade higiênico-sanitária.

MATERIAL E MÉTODOS

ELABORAÇÃO DO QUEIJO

A figura abaixo (figura 1), refere-se ao fluxograma de processamento do queijo maturado em licor de caju.

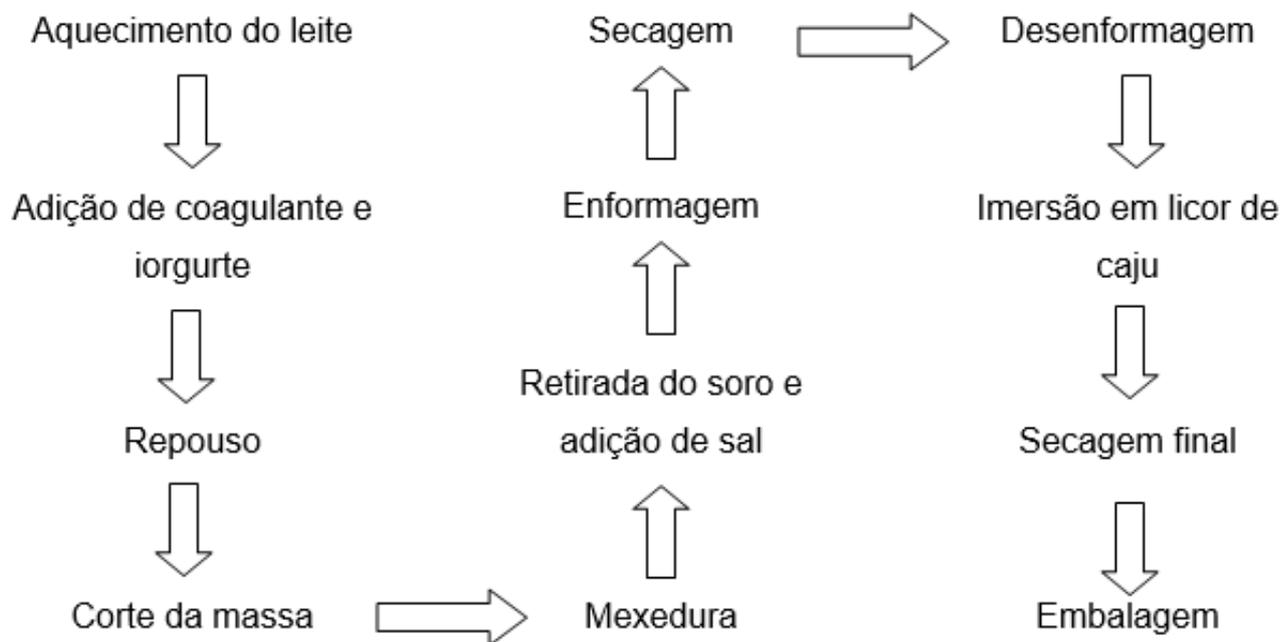


Figura 1: Fluxograma de processamento do queijo maturado em licor de caju

Fonte: Autoria Própria

Primeiramente realizou-se o aquecimento do leite a 36 °C, assim que tal temperatura foi atingida, o fogo foi desligado e então, adicionou-se 2,5 mL de coagulante diluído em água e 100 mL de iogurte natural ao leite já aquecido sendo realizada a homogeneização, após a adição do iogurte e do coagulante, a mistura foi deixada em repouso por 50 min, até se obter o ponto de corte, após o decorrer do tempo, realizou-se o corte em quadradros de forma paralela e cruzada, após tal etapa, o produto foi deixado em repouso por cerca de 5 minutos e então iniciou-se a etapa de mexedura, na qual foi realizada a homogeneização contínua em forma de “8”, mexendo por 3 min e deixando em repouso por 5, sendo que antes de cada homogeneização, o excesso de soro era retirado, tal processo foi repetido 5 vezes e então realizou-se a salga da massa. Feito tal, a massa foi prensada e enformada. As formas foram deixadas em estufa BOD à 12 °C por 24 horas e então foi feita a viragem do queijo e deixado por mais 24 horas para secagem, após esse período, foi realizado a desenformagem dos queijos já secos e feito a imersão em licor de caju, os queijos foram distribuídos em um recipiente e imersos no licor de caju, ficando imersos à temperatura de 14 °C por 72 horas, passado o tempo, os queijos foram retirados do licor e colocados sob uma grade em estufa para que secassem por mais 24 horas, passado o tempo, foi realizado a embalagem em embaladora à vácuo e os queijos já prontos, foram armazenados em geladeira para determinação do prazo comercial.

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Inicialmente foi realizada a preparação das amostras para as análises, de maneira estéril em câmara de fluxo laminar, na qual, primeiramente foi realizada a desinfecção da superfície externa das embalagens contendo as amostras, com álcool 70%, antes da abertura. Como auxílio de bisturi, pinça e placas de Petri estéreis foram separadas porções de 25g de cada amostra. Essas porções foram inoculadas em frascos contendo 225 ml de água peptonada 1% estéril ou água peptonada tamponada 1%, formando a diluição 10⁻¹, a partir da diluição inicial foram originadas as diluições decimais seguintes em tubos de ensaio.

Para verificação da qualidade higiênico-sanitária, foram realizadas as análises bacteriológicas de ocorrência e identificação de *Salmonella* spp., *Estafilococos* coagulase positiva, *Escherichia coli* e identificação de *Listeria monocytogenes*, seguindo a metodologia proposta na ISO 6579:2014 (13), ISO 6888-1:2019 (14), APHA 9:2015 / APHA/AWWAE/WEF 9221:2012 (15) e ISO 11290-1:2020 (16), respectivamente.

Para determinação da vida de prateleira, foram realizadas as contagens de bactérias heterotróficas aeróbias psicotróficas e Enterobactérias, seguindo a metodologia proposta na APHA 13.61:2015 (15) e ISO 21528-2:2017 (17), respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019 (18), que propõem as listas de padrões microbiológicos para alimentos, estabelece quais são os microrganismos importantes para cada grupo de alimentos, assim como seus limites toleráveis. Sendo assim para que um alimento esteja apto para o consumo é necessário que esteja dentro dos limites permitidos pela legislação. No presente estudo, as análises higiênico sanitárias consistiram em quantificação de *Escherichia coli*, detecção de bactérias do gênero *Salmonella*, detecção de *Listeria monocytogenes* e quantificação de *Staphylococcus* coagulase positiva. Os resultados expressos na tabela 1, demonstram que o queijo estava

apto para o consumo, demonstrando que as condições higiênicas de produção foram adequadas.

Tabela 13 Análises de condições higiênico sanitárias

Análise	Resultado	Padrão (IN 60 de 12/2019)
<i>Salmonella</i>	Ausente	Ausência
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva	0 UFC/g	10 ³ UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	5x10 ²	10 ³ UFG/g
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausente	Ausência

Fonte: Autoria Própria

Apesar da análise de *Escherichia coli* ter apresentado contagem, o valor encontrado está dentro do limite permitido pela legislação vigente. Tal contagem, apesar de estar dentro dos limites permitidos, pode ser justificada pela origem da matéria-prima (leite), uma vez que foi adquirido diretamente de mercado e não se tem um controle quanto as condições adequadas de manipulação de tal. É importante realizar a quantificação dessa bactéria, uma vez que tal possui poder patogênico, podendo causar graves infecções ao homem, além de ser um indicativo de não cumprimento de boas práticas de fabricação. A identificação de bactérias do gênero *Salmonella sp.*, é de fundamental importância, uma vez que tal bactéria é encontrada em produtos de origem animal, como carnes, ovos, aves, leite e outros, sendo classificada como patogênica e responsável por graves intoxicações alimentares ao ser humano, podendo causar gastroenterites e, em alguns casos, pode levar até a morte. A ausência de *Salmonella spp.*, no produto, pode estar relacionada à presença de bactérias lácticas, fator que torna o queijo um meio adverso à sobrevivência de microrganismos patogênicos ou pela condição estressante oriunda do processamento e estocagem a que o alimento é submetido (19). Quanto à *Listeria monocytogenes*, sua identificação possui grande importância, uma vez que tal microrganismo possui alto poder patogênico para o homem e sua ampla distribuição ambiental, é favorecida pela sua capacidade de se desenvolver em uma ampla faixa de temperatura, podendo sobreviver em alimentos congelados, além de tolerar pH extremos de 5 e 9 e baixa atividade de água, sendo o leite, um dos produtos mais frequentemente envolvidos na transmissão de *Listeria monocytogenes*, pois além de ser rico em nutrientes, sua cadeia produtiva apresenta diversas possibilidades de contaminação desde a ordenha até o seu beneficiamento (queijos, por exemplo) (20). Quanto a contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva, o produto não apresentou contagem significativa, as bactérias do gênero *Staphylococcus* estão presentes naturalmente nas fossas nasal e oral dos manipuladores e suas altas contagens podem indicar manipulação inadequada do alimento, sendo o *Staphylococcus aureus* responsável por um dos tipos mais frequentes de intoxicação alimentar, comumente veiculada por leite e derivados (21).

A vida-de-prateleira de um produto, geralmente é definida como “o tempo no qual um produto alimentício se mantém seguro, cumprindo a declaração nutricional contida no rótulo retendo suas características sensoriais, químicas, físicas e microbiológicas quando estocado dentro de determinadas condições” (22). Dessa forma, a determinação do prazo comercial de um produto é de extrema importância para a indústria alimentícia, uma vez que tal irá determinar até que ponto o consumidor poderá ingerir o alimento sem que este cause alguma consequência desagradável, desde que armazenado sob condições ideais de armazenamento para o tipo de alimento, além disso, a determinação do prazo

comercial, é importante para que a indústria/produtor possa se planejar quanto ao processo de distribuição, comercialização, etc.

Na figura 2 está ilustrado o comportamento das contagens de bactérias heterotróficas aeróbias psicrotróficas e de bactérias da família das Enterobactérias ao longo do período de armazenamento dos queijos em embalagem à vácuo e sob refrigeração. Os valores da contagem de bactérias heterotróficas psicrotróficas (BHAP), variaram entre o primeiro e 23º dia de estocagem de 1,73 a 3,03 Log UFC/g, sendo representados pela fórmula $y=2,0179 e^{0,0303x}$ e com coeficiente de determinação (R^2) de 0,7096, apresentando um bom ajuste dos dados em relação a fórmula. Já para contagem de Enterobactérias, os valores apresentaram variação de 0,28 a 3,17 Log UFC/g entre os 23 dias de estocagem, sendo representados pela fórmula $y=0,7957 e^{0,1139x}$ e com coeficiente de determinação (R^2) de 0,6528.

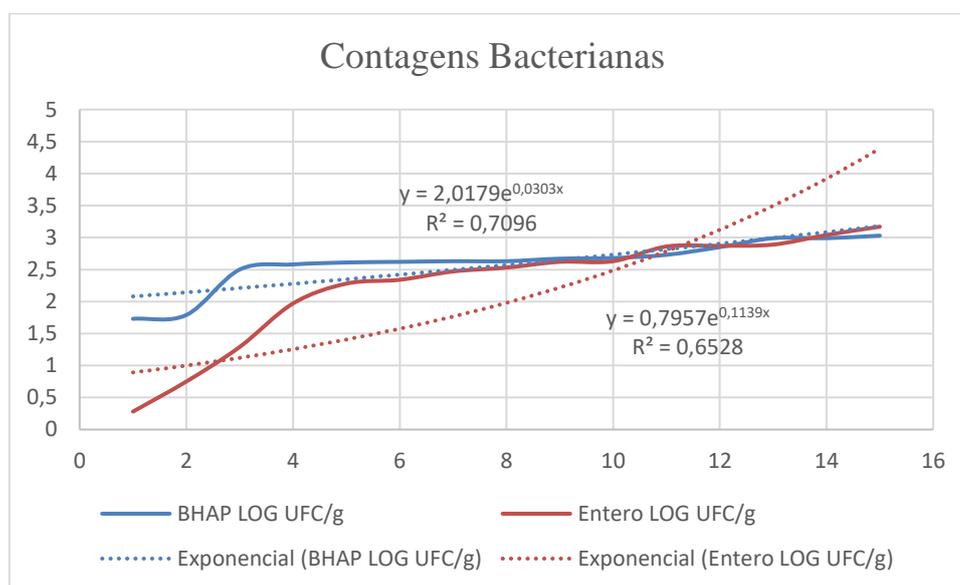


Figura 2 Contagens de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Psicrotróficas e de Enterobactérias durante os 23 dias de estocagem

Fonte: Autoria Própria

A contagem padrão em placa (PCA) pode fornecer uma ideia do grau da contaminação do alimento, e auxiliar na previsão do seu tempo útil de conservação (23). O grupo das bactérias psicrotróficas cresce em temperaturas de 2 a 7 °C, todavia, a pasteurização destrói tais bactérias, porém não inativa as enzimas produzidas por elas durante a armazenagem refrigerada, sendo necessário evitar ou minimizar a contaminação por psicrotróficas durante a ordenha, o transporte e a armazenagem do leite refrigerado, prevenindo problemas durante a vida de prateleira dos leites e derivados (24).

Na figura 3 está ilustrado o comportamento do potencial hidrogeniônico (pH) durante os 23 dias de estocagem. Para esta análise, os valores apresentaram um crescimento linear e contínuo, variando de 4,94 a 7,98 nos 23 dias de estocagem, sendo representado pela fórmula $y=0,1327x + 4,2447$ e com coeficiente de correlação de 0,8179, demonstrando também um bom ajuste dos dados.

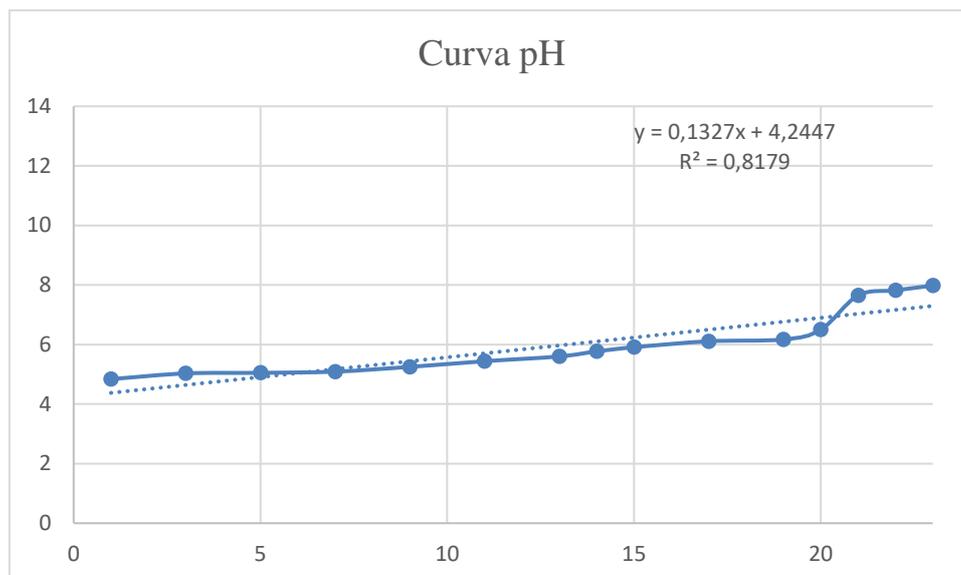


Figura 13 Variação do pH durante os dias de estocagem

Fonte: Autoria Própria

O pH é considerado uma determinação importante na caracterização de queijos devido à sua grande influência na textura, atividade microbiana e na maturação, uma vez que ocorrem reações químicas que são catalisadas por enzimas provenientes do coalho e da microbiota, que dependem do pH. No presente trabalho, foi possível observar que houve um aumento do pH, no qual pode ser justificado devido ao processo de deterioração microbiológica, uma vez que, durante o desenvolvimento bacteriano, tais bactérias utilizam os aminoácidos livres para seu metabolismo e, assim que estes finalizam, começam a degradar as proteínas, levando ao acúmulo de substâncias alcalinas, como amônia, que conseqüentemente ocasiona a elevação do pH. A acidez do queijo tende a aumentar com a multiplicação dos microrganismos no decorrer do período de armazenamento.

A determinação do prazo comercial de um produto, é algo complexo, que deve ser realizada em conjunto com análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais, aonde parâmetros são determinados e, assim que o primeiro limite estabelecido é ultrapassado, o prazo é então definido. No presente estudo, nenhum dos parâmetros analisados (contagem de Enterobactérias e BHAP) ultrapassou os limites estabelecidos pela legislação internacional de 7 Log UFC/g, sendo assim o queijo elaborado se manteve apto para o consumo durante os 23 dias de estocagem analisados, o fato do queijo ter sido armazenado em embalagem à vácuo e sob refrigeração, pode ter influenciado no longo período de estocagem sem que os limites da legislação fossem ultrapassados, uma vez que, baixas concentrações de oxigênio e baixas temperaturas, retardam o crescimento de grande parte dos microrganismos.

Furtado et al (1994), em seus estudos atribuíram ao queijo Minas Frescal durabilidade média de 10 dias (25), assim como Dornellas (1997), em seu estudo observou que o limite de vida útil aceitável para o queijo Minas Frescal seria de 16 dias (26), valores estes abaixo do prazo de validade observado no presente estudo. Brigido et al. (2004) afirmaram que esta faixa de variação do prazo de validade dos queijos se deve ao fato de serem determinados pelas indústrias de laticínios, baseados em critérios próprios, uma vez que na legislação brasileira não existe definição de prazo de validade

(27). As amostras de queijos deste estudo no 23º dia de análise apresentaram-se próprias para consumo, resultado semelhante ao queijo Minas Padrão encontrado em supermercado que tem vida de prateleira acima de 30 dias.

CONCLUSÕES

O queijo produzido no presente estudo, se mostrou apto para o consumo durante os 23 dias de estocagem analisados, além do mais, por meio dos resultados das análises de condições higiênico-sanitárias, foi possível concluir que o produto foi elaborado sob boas condições de higiene, exemplificando que a padronização tecnológica e as condições higiênicas na elaboração do queijo são importantes para garantir sua qualidade. Tal se mostrou uma ótima alternativa de agregação de valor à produtos já existentes, uma vez que possui característica inovadora, fato que chama a atenção do consumidor, podendo também contribuir para a fonte de renda de pequenos produtores, no decorrer dos 23 dias analisados, o produto se mostrou apto para o consumo, sendo assim, este estudo sugere que seria necessário continuar a pesquisa por um tempo maior que 23 dias para saber exatamente o tempo de prateleira do queijo maturado em licor de caju.

REFERÊNCIAS

1. Filho J.R.F, et al. Avaliação da qualidade do queijo “coalho” artesanal fabricado em jucati – PE. Revista eletrônica de extensão. 2009 Dec 08;6:36-49
2. Borges M. F., et al. Microrganismos patogênicos e indicadores em queijo de coalho produzido no Estado do Ceará, Brasil. Revista Brasileira CEPPA. 2003;21:31-40
3. Aquino F.T.M. Produção de queijo de coalho no Estado da Paraíba: acompanhamento das características físico-químicas do processamento (dissertação). Universidade Federal da Paraíba; 1983
4. Gomes S.T. Diagnóstico da pecuária leiteira do Estado de Minas Gerais em 2005: relatório de pesquisa. FAEMG: acompanhamento das características físico-químicas do processamento. 2006
5. Furtado M.M. Principais problemas dos queijos: causas e prevenção. Fonte Comunicações e Editora. 2005
6. Klemann K., et al., editors. 4º Congresso de Ciências Farmacêuticas do Mercosul e 4º Simpósio em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Mercosul. Inovação tecnológica: elaboração de queijo minas frescal empregando polpa de cenoura; 2015.
7. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 146 de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Diário Oficial da União, Brasília, 7 mar. 1996.
8. Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa 55 de 31 de outubro de 2008 que *Aprova os regulamentos técnicos para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas por mistura: licor, bebida alcoólica mista, batida, caipirinha, bebida alcoólica composta, aperitivo e aguardente composta*. Diário Oficial da União. Brasília-DF, p. 14-18, 2008

9. Vinho branco. Mundo do vinho. Acesso em: 30 mai 2020. Disponível em: <http://www.mundovinho.com.br/obasico_vinhobranco.php>
10. As três grandes famílias. Sociedade da cerveja. 2012. Acesso em: 30 mai 2020. Disponível em: <<http://www.sociedadedacerveja.com.br/familias/>>.
11. Costa A.P.A. Uma análise da cadeia produtiva da cachaça e seu comércio com a união europeia: Barreiras Comerciais programas de incentivo (dissertação). Universidade Federal de Pernambuco; 2005. 77 p. Mestrado em economia aplicada.
12. Carvalho R.F. Dossie técnico – Produção de licores. Rede de Tecnologia da Bahia – REtec/BAREtec, Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. 2007;
13. Associação brasileira de normas técnicas. ABNT ISO 6579:2014: Microbiologia de alimentos para consumo humano e animal — Método horizontal para a detecção de *Salmonella* spp., (S.I.), p. 1-35, 19 maio 2014
14. Associação brasileira de normas técnicas. ABNT ISO 6888-1:2019: Microbiologia de alimentos para consumo humano e animal — Método horizontal para enumeração de estafilococos coagulase positiva (*Staphylococcus aureus* e outras espécies). Parte 1: Técnica usando ágar Baird-Parker., (S.I.), p. 1-20, 06 junho 2019.
15. Silva, N., et al. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. Editora Blucher, 2017.
16. Associação brasileira de normas técnicas. ABNT ISO 11290-1:2017: Microbiologia da cadeia alimentar - Método horizontal para detecção e contagem de *Listeria monocytogenes* e de *Listeria* spp. - Parte 1: Método de detecção., (S.I.), 2017.
17. Associação brasileira de normas técnicas. ABNT ISO 21528-2:2017: Microbiologia da cadeia produtiva de alimentos — Método horizontal para a detecção e enumeração de Enterobacteriaceae Parte 2: Método de contagem de colônias, 2017.
18. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) Resolução RDC nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Regulamento Técnico Sobre os Padrões Microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 23 de dez. 2019.
19. Almeida, P.M.P. et al. Avaliação bacteriológica de queijos tipo Minas Frescal com pesquisa de patógenos importantes à saúde pública: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp. e Coliformes fecais. *Higiene Alimentar*, v.17, p.79, 2003.
20. Bemrah, N, et al. Quantitative risk assessment of human listeriosis from consumption of soft cheese made from raw milk. *Preventive Veterinary Medicine*, v.37, p. 129-145, 199
21. Santos E.C., et al. Potential for presence and growth of *staphylococcus-aureus* in brazilian minas cheese whey. *J. Food Protec.*, v.44, p.185-188, 1981.
22. Giménez, A, et al. Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches. *Food Research International*. 2012.
23. Jay, J. M. *Microbiologia de alimentos*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.
24. Frank, J. F. et al. Tests for groups of microorganisms. In: Marshall, R. T. *Standard methods for the examination of dairy products*. Washington: American Public Health Association, 2005.

25. Furtado, M. M.; et al. Queijo Minas Frescal. In: Tecnologia de Queijos. Manual Técnico para a Produção Industrial de Queijos. 1ª ed. São Paulo: Editora Dipemar; 1994.
26. Dornellas, J. R. Efeito do tipo de coagulante e acidificante no rendimento, proteólise e “shelf life” do queijo Minas Frescal. Campinas, (Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas). 1997.
27. Brigido, B. M, et al. Queijo Minas Frescal: avaliação da Qualidade e Conformidade com a Legislação. Rev. Inst. Adolfo Lutz, 2004.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-79>

Capítulo 79

OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA CROMATOGRÁFICO PARA DETERMINAÇÃO DE AMINOÁCIDOS

Verônica Bueno Ribas¹ Kassandra Fontoura da Silva² Betânia Nascimento dos Santos³ João Pedro da Silva Cunha⁴ Roger Wagner⁵ Graciela Salet Centenaro⁶ Valcenir Júnior Mendes Furlan⁷

¹Discente do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos-UNIPAMPA - E-mail: veronicaribas.aluno@unipampa.edu.br. ²Discente do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos-UNIPAMPA - E-mail: kassandrasilva.aluno@unipampa.edu.br. ³Discente do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos-UNIPAMPA – betaniasantos.aluno@unipampa.edu.br. ⁴Discente do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos-UNIPAMPA – E-mail: joaocunha.aluno@unipampa.edu.br. ⁵Docente do Curso de Tecnologia em Alimentos-UFSM - E-mail: rogerwag@gmail.com. ⁶Docente do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos-UNIPAMPA - E-mail: gracielaacentenaro@unipampa.edu.br. ⁷Docente do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos-UNIPAMPA - E-mail: valcenirfurlan@unipampa.edu.br

Resumo: O estudo das condições cromatográficas é muito importante para assegurar a estabilidade térmica dos analitos, bem como a sua transferência eficiente e seletividade. Nesse sentido, dentre as principais variáveis para análise de aminoácidos em alimentos pode-se considerar a temperatura do injetor e a programação do forno da coluna. Portanto, este trabalho teve como objetivo otimizar um método para determinação de 21 aminoácidos empregando GC-MS. Foram estudadas as temperaturas do injetor (260, 285 e 300 °C) para avaliar a introdução dos analitos e quatro programações de temperatura para o forno da coluna visando a seletividade do método. Conforme o estudo, a temperatura do injetor mais adequada foi a 300 °C, a qual apresentou maior sinal analítico para boa parte dos analitos. Por outro lado, a melhor separação deles foi obtida empregando a programação de temperatura 2 com um tempo total de corrida de 29,5 min.

Palavras-chave: Aminoácidos, cromatografia, otimização, temperatura

INTRODUÇÃO

Os aminoácidos são unidades básicas que compõem as proteínas e estão envolvidos em muitos processos metabólicos vitais para a saúde, crescimento, desenvolvimento e reprodução dos organismos (1). Eles apresentam em sua molécula um grupamento amino (-NH₂) e um grupamento carboxila (-COOH) ligados ao mesmo átomo de carbono (carbono α) e diferem entre si através de suas cadeias laterais ou grupamento R, que variam em estrutura, tamanho e carga elétrica (2). Na natureza podem ser encontrados mais de 700 aminoácidos, mas somente 20 destes são utilizados na síntese de proteínas (3).

A sequência de aminoácidos é geneticamente controlada pelo DNA, a qual determina as propriedades físicas, químicas e biológicas das proteínas. Com isso, a qualidade proteica de um alimento dependerá do perfil e da digestibilidade dos

aminoácidos (4). Logo, a identificação e quantificação dos mesmos tornam-se necessárias. A determinação dos aminoácidos de um polipeptídeo é um processo analítico complexo, que consiste em duas etapas, a hidrólise completa da estrutura proteica para liberação dos aminoácidos em sua forma livre, seguida da análise cromatográfica para identificação e quantificação destes compostos (5).

O bom desempenho de qualquer técnica analítica é influenciado pelo preparo da amostra, mas também pela qualidade das medidas instrumentais e confiabilidade estatística dos cálculos envolvidos no seu processamento. Nesse sentido, é necessária a avaliação de alguns parâmetros analíticos a fim de assegurar a aplicabilidade e o alcance do método durante as operações de rotina de um laboratório, além de garantir que o mesmo gere informações confiáveis e interpretáveis sobre a amostra (6).

A verificação da estabilidade térmica e a volatilidade dos analitos são aspectos críticos na escolha do sistema cromatográfico. Assim, a variável temperatura altera significativamente o resultado analítico, caso não tenha um controle apurado. No caso do cromatógrafo a gás (GC), a temperatura do injetor implica diretamente na estabilidade química do analito, bem como sua transferência para a coluna, que incorre na repetitividade do método. Por outro lado, a temperatura do forno da coluna implica na performance de separação e seletividade (7).

Uma regra muito conhecida é que a temperatura deve ser de 20 a 40 °C acima da temperatura final programada para a coluna ou deve estar acima da temperatura do composto menos volátil. Essa regra, entretanto, tem validade limitada a compostos voláteis, pois para substâncias semivoláteis, seria inviável atingir a temperatura do composto menos volátil. Um valor típico está entre 265 e 275 °C. Outros valores podem ser adotados, caso dados da literatura não estejam disponíveis. Para um novo método, um planejamento adequado de otimização do sistema de injeção pode indicar a temperatura ideal. Dessa forma, devem ser levadas em consideração as propriedades do solvente e a solubilidade dos compostos a serem detectados (8).

A retenção de um analito é essencialmente termodinâmica, portanto, dependente da sua natureza química, da fase estacionária e da temperatura da coluna. O parâmetro que expressa a tendência do analito em se distribuir entre a fase móvel e a estacionária é a constante de distribuição (K_c). Dessa forma, os valores de K_c dos analitos podem ser alterados com o controle da temperatura, a fim de modificar a retenção e melhorar a separação cromatográfica (8). Assim, a otimização cromatográfica implica em obter seletividade adequada em menor tempo de corrida cromatográfica (9).

O desenvolvimento de novas metodologias para análise de aminoácidos passa a ser um recurso estratégico e de extrema necessidade. Para tal, faz-se necessário estudos experimentais que atendam às exigências das aplicações analíticas, garantindo a confiabilidade dos resultados gerados. Portanto, este trabalho tem como objetivo otimizar um método para determinação de aminoácidos empregando GC-MS assegurando os resultados obtidos na identificação e na quantificação dos mesmos em diferentes matérias-primas.

MATERIAL E MÉTODOS

ANÁLISES CROMATOGRÁFICAS

Para a execução experimental foram utilizados padrões de L-aminoácidos (LAA21, Sigma Aldrich-USA): Alanina, Glicina, Valina, Leucina, Isoleucina, Prolina, Metionina, Serina, Treonina, Fenilalanina, Ácido Aspártico, Hidroxiprolina, Cisteína, Ácido glutâmico, Asparagina, Lisina, Cistina, Arginina, Histidina, Tirosina e Triptofano.

Os aminoácidos foram derivatizados conforme Donadel (10) e 1 µL de amostra derivatizada na concentração de 20 µg/mL foi analisada em um cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas (GC-MS), Shimadzu Corporation QP2010-Plus (Kyoto, Japão), no modo splitless (1 min split-valve off, então split 10:1). O hélio foi empregado como gás de arraste com velocidade linear constante de 40 cm/s e os compostos foram separados utilizando uma coluna NST-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm, Nano Separation Technologies, São Carlos, São Paulo, Brasil).

As temperaturas da interface GC-MS e da fonte de ionização foram 280 e 210 °C, respectivamente. O analisador de massa quadrupolo foi operado no modo de varredura com uma faixa de massa de 50-500 m/z. Os analitos foram identificados positivamente pela comparação dos tempos de retenção dos padrões de aminoácidos e dos espectros de massa encontrados na biblioteca espectral do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST 05s). A quantificação foi realizada por meio de padronização interna com adição de 10 µg/mL de Norleucina (Sigma-Aldrich). As determinações foram realizadas em triplicata.

OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA CROMATOGRÁFICO

As condições cromatográficas foram estabelecidas, considerando dados da literatura, visando uma maior separação e identificação dos aminoácidos estudados. Foram injetadas no cromatógrafo, soluções padrão de aminoácidos na concentração de 20 µg/mL e as variáveis estudadas foram a temperatura do injetor e a temperatura do forno.

Estas variáveis foram otimizadas em relação ao ganho de sinal analítico e seletividade. Dessa forma, para o injetor do GC foram avaliadas as temperaturas 260, 285 e 300 °C. As condições da temperatura da coluna foram testadas de modo a obter maior resolução para os analitos e menor tempo de análise conforme a Tabela 1:

Tabela 1 - Programações de temperatura do forno.

Programação de temperatura	Tempo de corrida (min)
1: 100 °C por 1 min, 20 °C/min até 220 °C, 5 °C/min até 260 °C por 1 min, 2 °C/min até 265 °C, 5 °C/min até 285 °C por 1 min, 10 °C/min até 295 °C por 1 min, 5 °C/min até 300 °C	26,5
2: 100 °C por 1 min, 20 °C/min até 220 °C, 5 °C/min até 250 °C, 2 °C/min até 260 °C por 1 min, 2 °C/min até 265 °C, 5 °C/min até 285 °C por 1 min, 15 °C/min até 300 °C por 2 min	29,5
3: 100 °C por 1 min, 20 °C/min até 220 °C, 5 °C/min até 250 °C por 1 min, 2 °C/min até 265 °C, 5 °C/min até 285 °C por 1 min, 10 °C/min até 295 °C por 1 min, 5 °C/min até 300 °C	29,5
4*: 100 °C por 2 min, 2 °C/min até 165 °C, 5 °C/min até 200 °C, 3 °C/min até 300 °C por 2 min	76,83

* (11)

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as diferenças significativas foram identificadas por teste de comparação entre médias (Teste de *Tukey*) ao nível de 5,0% de significância. Realizaram-se previamente os testes de *Kolmogorov-Smirnov* e de *Cochran*, a fim de verificar a normalidade dos dados e se suas variâncias se apresentavam iguais, respectivamente (12).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

TEMPERATURA DO INJETOR E MODO DE INJEÇÃO

O injetor do GC-MS foi operado no modo de injeção splitless por estar de acordo com as características da amostra, devido as amostras estarem pouco concentradas. No modo splitless, a amostra é vaporizada e introduzida rapidamente pelo gás de arraste para o interior da coluna cromatográfica, promovendo uma redução do alargamento dos picos e aumento da intensidade do sinal analítico (13).

As temperaturas do injetor e da coluna devem ser controladas. Na maioria das vezes o injetor é aquecido a uma temperatura elevada suficiente para vaporizar a amostra, porém ela não deve ser alta a ponto de decompor o analito. É desejável que se programe a temperatura de acordo com a faixa de ponto de ebulição da amostra à medida em que a separação ocorre. Dessa maneira é possível obter uma melhor resolução do cromatograma mesmo se o tempo para que se complete a análise seja estendido. Ademais, a temperatura deve ser suficientemente alta para que não haja condensação da amostra (14). Por esse motivo, as temperaturas escolhidas para o estudo foram 260, 285 e 300 °C.

Na Tabela 2, pode-se observar a média do sinal analítico dos aminoácidos avaliados nas temperaturas de 260, 285 e 300 °C. Verifica-se que 19% dos aminoácidos não apresentaram diferença no sinal analítico entre as temperaturas estudadas, 14% das amostras não diferiram entre as temperaturas 260 e 300 °C e, dos 21 aminoácidos estudados, apenas quatro apresentaram diferença significativa entre as três temperaturas.

Tabela 2 – Sinal analítico dos aminoácidos em diferentes temperaturas.

Aminoácidos	Temperatura do injetor (°C)		
	260	285	300
L-Alanina	1,83 ± 0,10 ^a	1,79 ± 0,07 ^a	1,91 ± 0,12 ^a
Glicina	1,77 ± 0,07 ^a	1,74 ± 0,06 ^a	1,92 ± 0,10 ^a
L-Valina	1,59 ± 0,04 ^a	1,53 ± 0,08 ^a	1,79 ± 0,07 ^b
L-Leucina	1,44 ± 0,02 ^a	1,00 ± 0,03 ^b	1,89 ± 0,04 ^c
L-Isoleucina	1,23 ± 0,05 ^a	1,46 ± 0,02 ^c	1,34 ± 0,03 ^b
L-Prolina	1,34 ± 0,03 ^a	1,19 ± 0,04 ^b	1,10 ± 0,07 ^b
L-Metionina	1,38 ± 0,04 ^a	1,46 ± 0,01 ^{ab}	1,50 ± 0,04 ^b
L-Serina	1,39 ± 0,04 ^{ab}	1,35 ± 0,03 ^a	1,52 ± 0,08 ^b

L-Treonina	1,79 ± 0,07 ^a	1,74 ± 0,06 ^a	2,04 ± 0,07 ^b
L-Fenilalanina	1,60 ± 0,04 ^a	1,60 ± 0,04 ^a	1,69 ± 0,04 ^a
L-Ácido aspártico	2,05 ± 0,02 ^a	1,86 ± 0,05 ^b	2,18 ± 0,10 ^a
Hidroxiprolina	1,59 ± 0,10 ^{ab}	1,37 ± 0,07 ^a	1,69 ± 0,10 ^b
L-Cisteína	1,22 ± 0,09 ^a	1,23 ± 0,09 ^{ab}	1,45 ± 0,10 ^b
L-Ácido glutâmico	1,52 ± 0,04 ^{ab}	1,45 ± 0,02 ^a	1,62 ± 0,05 ^b
L-Asparagina	1,28 ± 0,02 ^a	1,41 ± 0,03 ^b	1,50 ± 0,02 ^c
L-Lisina	1,44 ± 0,05 ^a	1,52 ± 0,05 ^a	1,65 ± 0,06 ^b
L-Cistina	0,27 ± 0,02 ^a	0,09 ± 0,01 ^b	0,23 ± 0,02 ^a
L-Arginina	0,42 ± 0,03 ^a	0,45 ± 0,04 ^a	0,52 ± 0,05 ^a
L-Histidina	0,62 ± 0,06 ^a	0,43 ± 0,03 ^b	0,69 ± 0,06 ^a
L-Tirosina	1,88 ± 0,05 ^a	2,08 ± 0,01 ^b	2,30 ± 0,07 ^c
L-Triptofano	0,98 ± 0,01 ^a	0,99 ± 0,00 ^a	1,26 ± 0,03 ^b

*Valores desvio

médios ± padrão

(triplicata).

Conforme a Figura 1, a utilização do injetor a 300 °C mostrou ser mais eficiente para 18 aminoácidos. L-Prolina e L-Cistina mostraram sinal analítico maior na temperatura de 260 °C e L-Isoleucina em 285 °C e, entre esses três aminoácidos, a maior diferença entre o sinal analítico considerando a temperatura de 300 °C foi de apenas 0,2. Esses resultados permitem afirmar que a elevação da temperatura do injetor proporcionou uma maior eficiência na transferência de massa dos analitos para o interior da coluna devido ao ganho de sinal analítico.

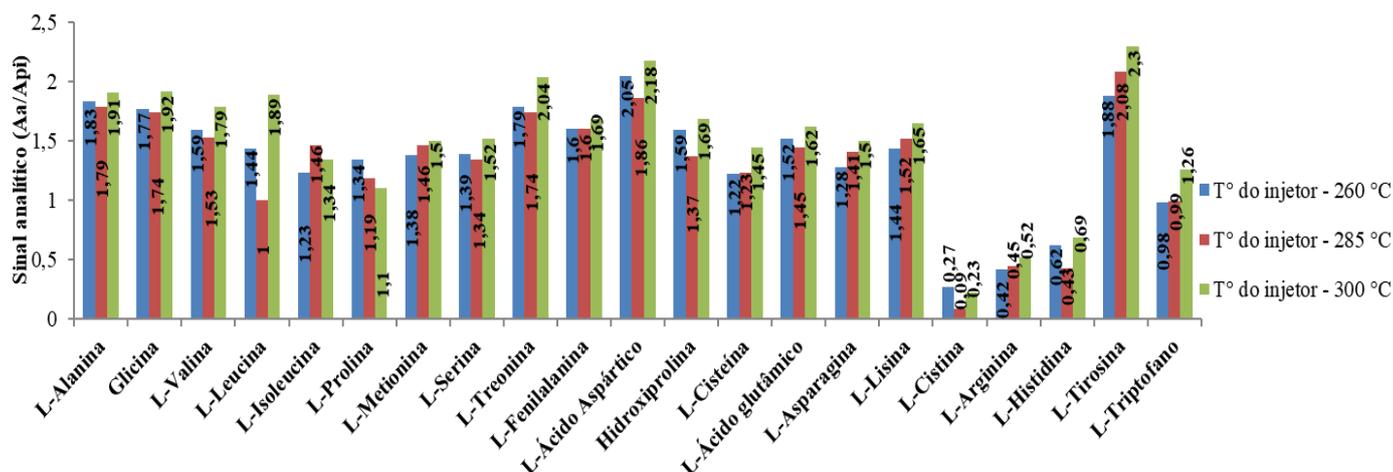


Figura 1 - Sinal analítico dos aminoácidos em diferentes temperaturas do injetor.

PROGRAMAÇÃO DE TEMPERATURA DO FORNO

Para escolher a melhor programação de temperatura do forno foi avaliada a separação cromatográfica dos aminoácidos. Assim, o fator de assimetria (A_s) de um pico cromatográfico está diretamente relacionado à eficiência cromatográfica (15). Para que um pico seja considerado perfeitamente simétrico ele deve apresentar A_s igual a 1. De acordo com a Tabela 3, foi possível visualizar que na programação de temperatura 3, 62% dos picos apresentaram formato perfeito, ou seja, demonstraram valores satisfatórios de assimetria. Já nas demais programações, o A_s ficou igual ou abaixo de 50%.

Outro método de avaliação da eficiência da separação dos picos cromatográficos é a resolução (R_s), sendo um dos parâmetros mais relevantes (16). A R_s expressa o poder do método em distinguir as diversas substâncias analisadas (17). Dessa forma, segundo a literatura, valores maiores que 1,5 indicam separação completa entre os picos. Em virtude disto, a melhor resolução foi observada na programação 2, onde 20 picos foram completamente separados. Em contrapartida, nas programações 1, 3 e 4, a separação foi satisfatória, porém inferior a programação 2.

Também foi avaliada a capacidade de detecção dos aminoácidos em cada uma das programações a fim de verificar a melhor rampa de temperatura para a otimização do sistema. Neste sentido, todos os aminoácidos foram identificados nas programações 2 e 4. Já na programação 1 não foi detectada a L-Glutamina e na programação 3, a L-Glutamina e a L-Arginina.

Portanto, o gradiente de temperatura mais eficiente foi o método 2, com a melhor resolução, apresentando 20 picos separados completamente e com o segundo melhor fator de assimetria (48% de picos perfeitos), mostrando superioridade na separação cromatográfica quando comparado aos demais gradientes estudados. A programação menos eficiente foi a 4, com apenas 22% de picos perfeitos e 9 separações completas.

Tabela 3 - Resultados das programações de temperatura do forno.

	Prog 1		Prog 2		Prog 3		Prog 4	
	A_s^*	R_s^{**}	A_s^*	R_s^{**}	A_s^*	R_s^{**}	A_s^*	R_s^{**}
L-Alanina	1,0	1,3	1,0	1,5	1,0	1,1	0,9	1,8
Glicina	1,0	1,9	1,0	1,9	1,0	1,8	0,8	1,9
L-Valina	1,0	4,2	1,0	4,4	1,0	4,5	0,9	2,5
L-Leucina	1,0	4,2	1,0	4,2	1,0	4,3	0,8	1,8
L-Isoleucina	1,0	3,5	1,0	3,6	1,0	3,6	0,9	1,6
L-Prolina	1,0	3,1	1,0	3,2	1,0	3,1	0,9	3,1
L-Metionina	0,9	3,0	1,0	3,1	1,0	3,2	0,9	1,3
L-Serina	1,0	2,6	0,9	1,1	0,9	0,6	0,8	1,3
L-Treonina	0,9	3,7	0,9	3,9	1,0	3,8	0,9	1,4
L-Fenilalanina	0,9	2,0	0,9	2,1	0,9	2,5	0,8	1,9
L-Ácido aspártico	0,9	1,8	0,9	2,6	0,9	1,8	1,0	1,3

Hidroxiprolina	1,0	1,5	0,9	1,5	0,9	1,5	0,9	2,4
L-Cisteína	0,9	1,4	0,9	1,5	1,0	1,4	0,9	1,3
L-Ácido glutâmico	0,8	3,2	0,9	3,2	0,9	0,9	0,9	0,8
L-Asparagina	0,9	3,5	1,0	3,6	0,9	1,9	1,0	1,2
L-Lisina	0,9	4,0	0,9	3,2	1,0	2,9	1,0	1,1
L-Glutamina	-	-	1,2	3,5	-	-	0,9	0,9
L-Cistina	1,0	1,7	1,0	1,6	1,0	1,6	1,0	0,9
L-Arginina	0,7	0,8	1,0	1,2	-	-	0,9	1,0
L-Histidina	0,9	2,0	1,2	0,1	0,3	3,2	1,0	1,2
L-Tirosina	1,0	2,6	0,9	2,5	0,9	2,2	0,9	1,1
L-Triptofano	0,9	3,0	1,1	3,8	1,0	3,0	0,9	2,0

*A_s: Fator de assimetria, **R_s: Resolução.

CONCLUSÕES

Este estudo permitiu constatar que o uso da cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa (GC-MS) se mostrou adequada para a determinação de aminoácidos. Foram necessárias algumas adequações no sistema cromatográfico, como o aumento de temperatura do injetor e ajustes na programação da temperatura do forno a fim de contribuir com o aumento da eficiência de transferência da amostra para o injetor, precisão analítica e seletividade. A temperatura do injetor que favoreceu o sinal analítico para a maioria dos aminoácidos foi de 300 °C. Portanto, esses resultados permitem afirmar que a elevação da temperatura do injetor proporcionou uma maior eficiência na transferência de massa dos analitos para o interior da coluna, com o ganho de sinal analítico. A programação de temperatura do forno que se mostrou mais eficiente foi a 2, visto que apresentou a melhor resolução com 20 picos separados completamente, além do segundo melhor fator de assimetria, com 48% de picos perfeitos.

REFERÊNCIAS

1. Mudiam MKR, Jain R, Saxena PN, Chauhan A, Murthy RC. Determinação rápida e simultânea de vinte aminoácidos em amostras biológicas e alimentares complexas por microextração em fase sólida e cromatografia gasosa - espectrometria de massa com auxílio de desenho experimental após derivatização de cloroformato de etila. *J. Chromatogr. B Biomed. Appl.* 2012; 907:56-64.
2. Nelson DL, Cox MM. *Princípios de bioquímica de Lehninger*. 6. ed. Porto Alegre;2018.
3. Martins RA, Assunção ASA. Importância dos aminoácidos na nutrição de frangos de corte. *Rev. bras. hig. sanid. anim.* 2018;12(4):539–554.
4. Beitz DC. *Metabolismo de proteínas e aminoácidos: Fisiologia dos animais domésticos*. 12. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006.
5. Fountoulakis M, Lahm H. Hydrolysis and amino acid composition analysis of proteins. *J. Chromatogr. A.* 1998; 826(2):109–134.

6. Ribani M, Botolli C, Collins C, Jardim I, Melo L. Validação em métodos cromatográficos e eletroforéticos. *Quím. Nova.* 2004; 27(5):771-780.
7. Leite F. Validação em Análise Química. 5. ed. Ed. Atomo; 2008.
8. Nascimento RF, Lima ACA, Barbosa PGA, Silva VPA. Cromatografia gasosa: aspectos teóricos e práticos. E-book. Ceará: Imprensa Universitária; 2018.
9. Skoog DA. Fundamentos de Química Analítica. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning; 2008.
10. Donadel JZ. Determinação por cromatografia em fase gasosa de aminoácidos livres em salames submetidos a ultrassom. [Dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2015.
11. Vendruscolo RG. Validação e aplicação de método para determinação de metabólitos microalgais empregando cromatografia em fase gasosa. [Dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2016.
12. Triola MF. Introdução à estatística. Rio de Janeiro: LTC; 2008.
13. Pardo VDL. Desenvolvimento e validação de método para determinação do perfil graxo do biodiesel de Tungue e Blendas com soja empregando GC-MS. [Dissertação]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande; 2010.
14. Pedrosa, FC. Cromatografia Gasosa aplicada em Estudos de Metabolômica. Escola de Farmácia [Trabalho de Conclusão de Curso]. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto; 2018.
15. Silva JM, Zini CA, Camarão EB, Canizares EN, Leal KA. Desenvolvimento de métodos analíticos para determinação de agrotóxicos em sedimentos por cromatografia gasosa monodimensional e bidimensional abrangente com micro detector de captura de elétrons. *Quim. Nova.* 2010;33(3):591-597.
16. Megliorini, L.S. Otimização do cálculo de resolução em cromatografia. [Trabalho de Conclusão de Curso] Toledo: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2019.
17. Souza GL. Desenvolvimento e validação de metodologia analítica para análise da fração acetato de etila do extrato da casca do caule de *Anacardium occidentale* Linn por cromatografia líquida de alta eficiência. [Dissertação]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2015.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-80>

Capítulo 80

CARACTERÍSTICAS DO SORGO E POTENCIALIDADES PARA A APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Hugo José Martins Carvalho¹; Cristiane Teles Lima²; Nicole Guimarães Lima³; Nathália de Andrade Neves⁴; Marcio Schmiele⁵

¹Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos – ICT – UFVJM. E-mail: martins.hugo@ufvjm.edu.br, ²Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – ICT – UFVJM. E-mail: cris.teles29@hotmail.com, ³Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos – ICT – UFVJM. E-mail: icole25@hotmail.com, ⁴Pesquisadora em Ciência e Tecnologia de Alimentos e Técnica em Assuntos Educacionais – ICT – UFVJM. E-mail: nathalia.neves@ict.ufvjm.edu.br, ⁵Docente do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – ICT – UFVJM. E-mail: marcio.sc@ict.ufvjm.edu.br

Resumo: O cultivo do sorgo foi direcionado por muitos anos para a cobertura do solo e para a alimentação animal (ração e forrageira). No entanto, este grão apresenta-se como um cereal com potencial inovador para a indústria de alimentos em função da composição química, como carboidratos, proteínas, lipídeos, minerais, vitaminas e compostos bioativos. Os principais processamentos envolvidos na industrialização do grão são compostos por decorticação, moagem para a produção de farinhas ou extração de amido. A aplicação da farinha de sorgo de forma integral ou refinada é encontrada normalmente em produtos de panificação como pães, bolos e biscoitos. No entanto, outras formas de agregação de valor deste cereal se dão em produtos como massas alimentícias, extrusados expandidos, cereais matinais, barras de cereais, chás, produtos lácteos e cárneos e na elaboração de bebidas, como extratos hidrossolúveis, bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas. Esta revisão tem por objetivo apresentar uma abordagem integrativa da literatura sobre as características morfológicas e físico-químicas do sorgo, com ênfase na tecnologia de transformação e na aplicação em produtos alimentícios.

Palavras-chave: amido, cereais, farinhas, panificação, proteínas

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é um cereal da família *Poaceae*, nativo do continente Africano, e um dos alimentos básicos nas regiões áridas e semiáridas da Ásia, África e América Central. Sendo a principal fonte de energia, proteínas, vitaminas e minerais para diversas populações. Trata-se do quinto grão de maior cultivo em todo o mundo (1), antecedido pelo milho, trigo, arroz (cereais) e soja (leguminosa). Com base na utilização, os tipos de sorgo são divididos em três categorias: (i) sorgo granífero, rico em carboidratos, (ii) sorgo forrageiro, utilizado na alimentação animal, sobretudo para a

elaboração de silagem e o (iii) sorgo sacarino, o qual possui alta concentração de açúcares presentes nos colmos, sendo utilizado para a produção de sacarose, etanol e xaropes (2). Cerca de 35 % do sorgo cultivado no mundo é destinado ao consumo humano, sendo o restante utilizado na alimentação animal e produção industrial (3).

O sorgo é uma gramínea com metabolismo C4 adaptado às regiões áridas e semiáridas, apresentando tolerância ao estresse hídrico, excesso de umidade do solo e salinidade (4), podendo ser cultivado em uma ampla faixa de condições pedológicas. Por ser uma planta autógama, apresenta baixa taxa de fecundação cruzada, possuindo resposta fotoperiódica típica de dia curto e altas taxas fotossintéticas, o que o torna uma planta com grande velocidade de crescimento e acúmulo de biomassa (5). Morfologicamente, possui colmo ereto, sistema radicular com raízes seminais e adventícias. As folhas são alternadas, compostas por bainha e lâmina, variando de 7 a 30 folhas por planta. A inflorescência é do tipo panícula, a qual possui eixo central e ramificações primárias, secundárias e terciárias. Nas ramificações finais localizam-se os racenos ou espiguetas, podendo a panícula ser compactada ou aberta (6).

MORFOLOGIA E COMPOSIÇÃO

As sementes do sorgo são compostas por três partes principais: pericarpo e testa, os quais constituem o farelo, rico em fibras alimentares e minerais; o endosperma, rico em amido e proteínas de reserva; e o gérmen, fração na qual se encontra a maior concentração de lipídeos, açúcares e proteínas de reserva. O sorgo possui sementes do tipo cariopse nua e por isso, a planta produz alguns compostos fenólicos bioativos que ajudam na defesa química contra o ataque de herbívoros e patógenos. Os principais compostos fenólicos são os ácidos fenólicos, flavonoides e, sobretudo, os taninos livres e condensados (7). Assim, em algumas variedades, a testa pode ser pigmentada, composta principalmente por compostos flavonoides e carotenoides. Além disso, o conteúdo de compostos fitoquímicos do pericarpo é até seis vezes maior do que o grão integral.

Em um estudo envolvendo a identificação de compostos fenólicos em sorgo vermelho foram encontrados a quercetina, epicatequina, taxifolima, apigenina, cafeoil-glicerol, rutina, naringenina, luteonina, ácidos ferúlico, gálico e cinâmico (3,8). O sorgo é a única fonte de 3-deoxiantocianina, componente presente em grandes quantidades em algumas das cultivares (8). As antocianinas são uma importante classe de compostos presentes no sorgo, sendo a concentração encontrada nas cultivares pigmentadas, comparável à encontrada nas principais fontes alimentares para esse tipo de composto. As antocianinas exercem ainda uma importante contribuição para a atividade antioxidante, sendo observado a alta correlação entre a sua concentração e a capacidade antioxidante de amostras de sorgo (9).

Além dos compostos bioativos, os grãos são constituídos por cerca de 11 % de proteínas, 3,3 % de lipídeos e 74 % de carboidratos. Possuem alto teor de fibras alimentares (principalmente insolúveis), baixo índice glicêmico, livre de proteínas formadoras da rede de glúten e rico em amido resistente. O amido é o carboidrato majoritário do sorgo, podendo ser encontrado em concentrações que variam de 32,1 a 72,5 g/100 g do grão. Devido às altas concentrações de amido resistente e à elevada interação entre os grânulos de amido com as proteínas do endosperma e dos taninos, o sorgo possui a menor digestibilidade de amido encontrada entre os cereais (7).

Embora possua maior teor de proteína que o milho, as frações proteicas no sorgo são menos biodisponíveis devido à presença de compostos antinutricionais, responsáveis

por inibir a atividade das proteases. Além disso, existe a deficiência dos aminoácidos essenciais lisina, treonina e triptofano. No entanto, os grãos de sorgo são ricos em leucina, prolina e ácido glutâmico (3).

A composição dos grãos de sorgo varia de acordo com a cultivar, local de cultivo, estágio de maturação e fertilização. Em 156 novas variedades de sorgo da Turquia (10) foram encontradas variações de 1,7 a 5,9 % de lipídeos, 5,73 a 14,42 % de proteínas, 0 a 5,36 % de taninos condensados, 0,02 a 6,15 % de ácido fítico, 0,08 a 25,45 % de amido resistente, 22,12 a 83,67 % de amido total, 4,21 a 32,8 % de amilose e 15,22 a 72,95 % de amilopectina. A composição de 25 cultivares híbridos brasileiros foi avaliada e encontradas variações de 2,83 a 4,16 % de minerais e 5,24 a 8,26 % de proteínas (11). A fração mineral de 3 variedades de sorgo cultivados em 5 Países da África Austral apresentou variações de 92 a 209 $\mu\text{g/g}$ de Ca, 25 a 42 $\mu\text{g/g}$ de Fe, 2387 a 3536 $\mu\text{g/g}$ de K, 1257 a 1734 $\mu\text{g/g}$ de Mg, 2283 a 3534 $\mu\text{g/g}$ de P e 18 a 30 $\mu\text{g/g}$ de Zn (12).

Os fatores ambientais também exercem efeito sob a composição dos grãos de sorgo. Em um trabalho envolvendo o cultivo de 100 genótipos em condições com e sem estresse hídrico, os resultados demonstraram que a ausência de água resultou em redução dos teores de carboidratos, proteínas e minerais e aumento do teor de fibras alimentares (principalmente insolúveis) de alguns dos genótipos (13).

O sorgo possui alguns fatores antinutricionais que prejudicam sua utilização na alimentação humana. As proteínas do sorgo cozido são menos biodisponíveis que as do trigo ou milho devido a fatores como estrutura do grão, composição de polifenóis, ácido fítico, polissacarídeos amiláceos e não amiláceos, forte interação entre proteínas-compostos bioativos e proteínas-amido. No entanto, alguns processos simples podem contribuir para o aumento da digestibilidade das proteínas do sorgo, tais como a fermentação e a malteação (14)

APELO ECONÔMICO NA EXPLORAÇÃO DO SORGO

Até o início dos anos 2000, o sorgo produzido no Brasil era todo consumido na alimentação animal, com basicamente dois destinos: (i) consumo interno ao estabelecimento rural, sendo direcionado ao consumo animal, em composição de sistemas de produção integrados; (ii) oferta do produto no mercado consumidor, sendo direcionado para fabricação de ração e industrialização (15). Desta forma, o cereal foi cultivado no Brasil visando à produção de grãos para suprir a demanda das indústrias de ração animal e como forragem para alimentação de ruminantes. Entretanto, a produção para consumo na alimentação humana vem crescendo com pesquisas realizadas pela Embrapa e as parcerias com Universidades e empresas privadas em todo Brasil (16). Como a produção do sorgo ocorre em áreas de situações ambientais muito secas e/ou muito quentes, onde a produtividade de outros cereais é antieconômica, este cultivo favorece o desenvolvimento de regiões mais pobres (17). Além disso, o sorgo, por ser um cereal com menor custo de produção, poderá permitir a redução dos custos dos produtos quando combinados a outras matrizes alimentícias, despontando como alternativa totalmente segura e mais barata. Portanto, apresenta-se altamente viável para suprir essa demanda ascendente da indústria alimentícia e não alimentícia (18).

TECNOLOGIAS DE TRANSFORMAÇÃO

Devido ao crescente interesse na incorporação de compostos bioativos na dieta humana, recentes trabalhos objetivaram estudar a incorporação do sorgo em produtos alimentícios, tais como pães, cervejas e produtos cárneos (19). Para o uso do sorgo da alimentação humana, algumas etapas de pré-processamento são usualmente empregadas, tais como a decorticação, obtenção de farinha e extração do amido.

Decorticação

A decorticação ou polimento é uma etapa primária do processamento do sorgo. Utilizada para remover o pericarpo (farelo) aderido à superfície do grão, remove essencialmente o pericarpo externo, principalmente os polissacarídeos não amiláceos, compostos fenólicos e carotenoides (20). É uma etapa desejável, já que retira boa parte dos compostos antinutricionais presentes, resulta em farinhas com sabor menos adstringente e coloração mais clara (21). No entanto, resulta na diminuição do teor de fibras, minerais e compostos bioativos do grão, sobretudo os taninos (20). Estudos demonstraram que a decorticação reduz a capacidade antioxidante de cultivares com e sem taninos em cerca de 83 % e o teor de compostos fenólicos em até 95 % (9). No entanto, o farelo retirado pode ser utilizado na elaboração de alimentos com características funcionais, sendo adicionados em preparações como bolos, biscoitos e extrusados.

Tradicionalmente, a decorticação era realizada de forma doméstica com a utilização de pilão e almofariz, na qual a força mecânica realizada sobre o grão resultava na remoção do farelo (22). Atualmente, existem formas mecanizadas de realizar esse processo, tanto no campo quanto industrialmente. Em campo, pode ser realizado por rolos de esmeril que retiram abrasivamente o farelo pelo atrito entre o rotor do equipamento e os grãos (20). O nível de polimento depende do espaço livre entre o rotor e a faca, que é regulável por um dispositivo. Industrialmente, a decorticação pode ser realizada por máquinas próprias e máquinas polidoras similares ao polimento do arroz (23), que também utilizam a abrasão para a retirada do farelo.

Essa etapa do processamento é influenciada pelo teor de umidade e tempo de polimento, sendo que as variáveis resultam em diferentes graus de polimento, rendimento do endosperma, porcentagem de quebra, dureza dos grãos e peso de mil grãos (20). A decorticação abrasiva resulta em remoção do gérmen, o que aumenta as perdas de alguns minerais, principalmente o zinco, e os lipídeos da farinha (22).

Moagem

A obtenção de farinha é uma etapa importante na utilização do sorgo na alimentação humana, tornando-o mais versátil e permitindo a utilização para a elaboração de bolos, pães, biscoitos, massas alimentícias ou alimentos instantâneos como o mingau. A granulometria da farinha é importante para assegurar a qualidade, uma vez que as partículas do endosperma do sorgo são normalmente muito duras e a sua capacidade de absorção de água se torna limitada. Assim, a farinha precisa ser obtida com granulometria inferior a 150 μm , por meio do uso adequado de moinhos, resultando em melhores propriedades de absorção de água, viscosidade e gelatinização do amido (23).

Existem vários tipos de moinhos que podem ser utilizados para a obtenção de farinha de sorgo, sendo os desintegradores de discos, de rolos e de martelos os mais utilizados (23). Nos moinhos de rolos, o processo de obtenção de farinha de sorgo é semelhante ao empregado para o trigo e o milho, consistindo na quebra dos grãos, seguida de gradual redução das partículas do endosperma. No entanto, enquanto o pericarpo do trigo é elástico e resistente ao esmagamento com o condicionamento, o sorgo apresenta pericarpo frágil e quebradiço, sendo esmagado mais facilmente. Desta forma, o farelo do sorgo apresentará uma granulometria fina, dificultando a purificação, e por isso deve ser

removido antes da moagem (21,23). O moinho de martelo produz farinhas com qualidade inferior quando comparadas com as obtidas por moinhos de rolos devido à presença de partículas maiores e pelo alto conteúdo de amido danificado (23).

Extração do amido

A moagem úmida do sorgo visa isolar os vários componentes dos grãos (amido, proteína e fibras alimentares). Nesta etapa, o grão limpo é submerso em água por cerca de dois dias e depois esmagado para separação do pericarpo e do gérmen. Tem-se como resultado, o amido e a proteína em suspensão, sendo esta fração submetida à centrifugação em hidrociclones para separação em função da diferença de densidade, onde o amido é mais denso ($\sim 1,5 \text{ g.cm}^{-3}$). O amido extraído é submetido ao processo de purificação e secagem (21).

A forte interação entre o amido e as proteínas nos grãos se torna um dificultador da extração de amido em sorgo. Em laboratório, várias condições de moagem e maceração, com o auxílio de enzimas e sonicação, foram empregadas para aumentar o rendimento e a qualidade do amido resultante. A maceração com ácido ou na presença de componente redutor (íon bissulfito) pode ser empregada para melhorar a eficiência da extração. A maceração alcalina para moagem úmida pode ser usada para melhorar as propriedades do amido isolado da variedade contendo tanino, para a qual há também forte interação entre o amido e os compostos fenólicos. Além disso, tratamento com enzimas, principalmente proteases podem degradar a parede celular do vegetal e permitir o melhor rendimento e pureza do amido (24).

APLICAÇÃO DO SORGO NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

O sorgo apresenta-se como uma vantagem de extrema importância: a ausência das proteínas formadoras da rede de glúten, apresentando-se com grande potencial para o mercado onde os consumidores estão mais exigentes, buscando por produtos que fornecem benefícios à saúde (19). Devido ao fato de que alguns cereais contêm glúten, ou são contaminados por eles durante o processamento, como por exemplo o trigo, centeio, cevada, aveia e triticale, é notório a demanda por estudos voltados ao desenvolvimento de produtos isentos de glúten que atendam os portadores de distúrbios relacionados à sua ingestão (25). Dentre estes distúrbios está a doença celíaca, uma doença autoimune caracterizada pela inflamação na mucosa intestinal quando estes indivíduos ingerem alimentos que tem a presença do glúten. Além disso, há a resposta alérgica (alimentar, respiratória ou cutânea) denominada de alergia ao trigo e a sensibilidade ao glúten não celíaco, na qual os indivíduos apresentam testes negativos para a doença celíaca e alergia ao trigo, mas com a presença persistente dos sintomas após a ingestão de alimentos com presença do glúten. O tratamento destes distúrbios consiste em uma dieta livre de glúten, o que restringe o leque de alimentos desses indivíduos (26). Portanto, a farinha de sorgo se torna uma opção viável tanto economicamente, quanto tecnologicamente para a substituição das farinhas convencionais, conforme discutido anteriormente.

PRODUTOS PANIFICADOS

A farinha de sorgo tem sido amplamente estudada e vem sendo aplicada para o consumo humano com ótimas aceitações pelos consumidores. Em especial na panificação sem glúten, está amplamente aplicada em bolos, cereais matinais, pães, tortilhas, biscoitos e massas alimentícias (27,28). Devido à presença do amido resistente, das fibras

alimentares, proteínas e compostos fenólicos, o sorgo confere melhoria nas propriedades funcionais e tecnológicas das massas (29). Como observado por Oliveira (30), a utilização de farinha de sorgo proporciona um pão sem glúten com alta qualidade tecnológica, funcional, sensorial e nutricional, como uma nova opção para o mercado alimentício sem glúten. Vale também ressaltar que, além de conferir ótimas propriedades tecnológicas aos produtos, o sorgo ainda é considerado como agente de promoção da saúde.

De acordo com Yousif e colaboradores (31), a utilização da farinha de sorgo em substituição ao trigo em formulações de farinhas integrais de sorgo branco (30 e 50 %) e vermelho (40 e 50 %) apresentaram elevado conteúdo de compostos fenólicos e menor concentração de amido rapidamente digerível, características que podem trazer redução do estresse oxidativo e do índice glicêmico. Um outro ponto favorável para aplicação do sorgo em produtos de panificação é a aceitabilidade pelos consumidores. Gava Junior (32) elaborou pães com adição de sorgo e, além dos resultados nutricionais esperados, obteve uma alta aceitação do produto por consumidores. O teste sensorial de cookies de sorgo com amendoim se mostrou positivo, com aceitação pelos consumidores de 92 % para o sabor e o aroma, 86 % para a textura e 82 % para a cor (18). Em um cenário onde os produtos sem glúten normalmente são pobres em nutrientes, especialmente em fibras alimentares e proteínas e apresentarem-se sensorialmente indesejáveis, a farinha de sorgo pode alcançar um nicho importante no mercado (33).

De acordo com Macedo e colaboradores (34), a substituição parcial de farinha de trigo por farinha de sorgo é mais uma alternativa para o uso da mesma, com grande potencial econômico. Silva e coautores (35) realizaram uma avaliação sensorial e físico-química de bolo à base de farinha de sorgo e observou a aceitabilidade sensorial do bolo à base de farinha de sorgo foi significativamente maior ($p < 0,05$) que do bolo à base de farinha de trigo integral com relação aos atributos aparência, sabor e impressão global. Também se apresentou superior ao bolo à base de farinha integral de arroz em relação à aparência. Os autores demonstram potencial para a utilização da farinha de sorgo em formulações de bolos, já que o produto desenvolvido apresentou expressiva aceitação sensorial, superior ao produto à base de farinha integral de trigo encontrado no mercado nacional.

Além de pães e bolos, pode-se citar a aplicação da farinha e do amido de sorgo combinado com outras farinhas, como a farinha de arroz ou milho (36). Este mix pode ser aplicado no preparo de diversos produtos, como bolos, biscoitos, massas alimentícias, massas de panquecas, entre outros. No preparo de pães, a farinha de sorgo deverá ser utilizada apenas em substituição parcial à farinha de trigo (cerca de 20 %). O amido de sorgo poderá ser utilizado em substituição parcial ou total do amido de milho ou de mandioca em receitas de biscoitos, bolos, pudins e mingaus. Nesse caso, o produto não se destina ao consumo por celíacos ou portadores de demais intolerâncias.

INOVAÇÕES NA EXPLORAÇÃO DO SORGO

A aplicação dos grãos inteiros de sorgo diretamente na alimentação ou como ingredientes na elaboração de novos produtos vem sendo alvo de diversos estudos recentes. (37).

Dentre as novas aplicações do sorgo em sistemas alimentares tem-se a utilização de chás de grão de sorgo, rico em compostos bioativos e alta capacidade antioxidante, snacks, bebidas funcionais (extratos hidrossolúveis), biscoitos, produtos extrusados, dentre outros, conforme dispostos na Tabela (38).

Tabela 1 – Potencial inovador da aplicação do sorgo em produtos alimentícios

Produto	Tipo	Componente	Principais considerações	Ref.
Chá	Bebida funcional	Grão inteiro	Fonte de compostos bioativos, alto perfil fenólico e de compostos voláteis	39
<i>Cream cheese</i>	Laticínios	Farinha de sorgo	Aumento nos teores de proteínas e redução nos teores de lipídios; maior capacidade antioxidante pela presença de fenólicos e taninos; a aceitação sensorial foi semelhante ao padrão; melhoria da qualidade nutricional e funcional do <i>cream cheese</i>	40
Cerveja	Bebidas	Grão inteiro	Maior teor de compostos bioativos, baixo teor de álcool; atividade anti-hipertensiva e inibitória da α -glucosidase exibida	41
Linguiça bovina	Cárneos	Farelo de sorgo	Promoção da descoloração, oxidação e flutuação do pH; melhoria da textura e com presença de atividade antimicrobiana.	42
Cereal Matinal	Cereais extrusados	Farinha integral de sorgo vermelho	Resultou em um cereal matinal sem glúten com propriedades tecnológicas satisfatórias (baixa força de compressão e alto índice de solubilidade em água), índice glicêmico moderado, baixa carga glicêmica, boa digestibilidade de proteínas e com quantidades consideráveis de ácidos graxos essenciais	43
Macarrão	Cereais	Farinha de grão de sorgo sem tanino decorticado	Melhor qualidade física, fonte de compostos bioativos; isento de glúten e com propriedades antioxidantes.	44
Mingau	Farináceos	Grão decorticado	Alimento probiótico com qualidades nutricionais e sensoriais variáveis; isento de glúten e fonte de compostos bioativos	46

CONCLUSÕES

O grão de sorgo apresenta diversas vantagens como baixo custo de produção, desenvolvimento em climas áridos e interessantes aspectos nutricionais, tais como grandes quantidades de amido resistente alto teor de fibras e elevada concentração e compostos bioativos. O desenvolvimento de alimentos e novas bebidas, funcionais e saudáveis tem sido uma das inovações centrais recentes da indústria de alimentos e vários alimentos à base de sorgo apresentam potencial para valoração deste grão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - código 001), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e

Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Zhao G, Kuang G, Wang Y, Yao Y, Zhang J, Pan Z-H. Effect of steam explosion on physicochemical properties and fermentation characteristics of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *LWT – Food Sci Technol.* 2020;129:109579.
2. Martiwi INA, Nugroho LH, Daryono BS, Susandarini R. Morphological variability and taxonomic relationship of *Sorghum bicolor* (L.) Moench accessions based on qualitative characters. *Annu Res Rev Biol.* 2020;35(6):40–52.
3. Eburuche OB, Attaugwu RN, Ufondu HE, Uvere PO. Composition and hardness of malting red and white kaffir sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] dried under the sun. *J Food Sci Technol.* 2019;56(7):3513–3523.
4. Rajabi DA, Zahedi M, Ludwiczak A, Cardenas PS, Piernik A. Effect of salinity on seed germination and seedling development of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes. *Agron.* 2020;10(6):859.
5. Braz GBP, Machado FG, Carmo EL, Rocha AGC, Simon GA, Ferreira CJB. Desempenho agrônomo e supressão de plantas daninhas no sorgo em semeadura adensada. *Rev Cienci Agrovet.* 2019;18(2):170–177.
6. Silva DF, Garcia PHM, Santos GCL, Farias IMSC, Pádua GVG, Pereira PHB, et al. Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. *Res Soc Dev.* 2021;10(3):e12310313172.
7. Xiong Y, Zhang P, Warner RD, Fang Z. Sorghum grain: From genotype, nutrition, and phenolic profile to its health benefits and food applications. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2019;18(6):2025–2046.
8. Luo X, Cui J, Zhang H, Duan Y, Zhang D, Cai M, et al. Ultrasound assisted extraction of polyphenolic compounds from red sorghum (*Sorghum bicolor* L.) bran and their biological activities and polyphenolic compositions. *Ind Crops Prod.* 2018;112:296–304.
9. Queiroz VAV, Moraes ÉA, Schaffert RE, Moreira AV, Ribeiro SMR, Martino HSD. Potencial funcional e tecnologia de processamento do sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], para alimentação humana. *Rev Bras Milho e Sorgo.* 2011;10(3):180–195.
10. Kardeş YM, Kaplan M, Kale H, Yılmaz MF, Karaman K, Temizgül R, et al. Biochemical composition of selected lines from sorghum (*Sorghum bicolor* L.) landraces. *Planta.* 2021;254(2):26.
11. Magalhães RT, Gonçalves LC, Borges I, Rodrigues JAS, Fonseca JF. Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2010;62(3):747–751.
12. Motlhaodi T, Bryngelsson T, Chite S, Fatih M, Ortiz R, Geleta M. Nutritional variation in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] accessions from southern Africa revealed by protein and mineral composition. *J Cereal Sci.* 2018;83:123–129.
13. Queiroz VAV, Silva CS, Menezes CB, Schaffert RE, Guimarães FFM, Guimarães LJM, et al. Nutritional composition of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] genotypes cultivated without and with water stress. *J Cereal Sci.* 2015;65:103–111.
14. Abdelhaleem, WH, El Tinay, AH, Mustafa, AI, Babiker, EE. Effect of Fermentation, Malt-Pretreatment and Cooking on Antinutritional Factors and Protein Digestibility of Sorghum Cultivars. *Pakistan Journal of Nutrition.* 2008, 7 (2): 335-341.
15. Duarte JO. Sorgo: aspectos econômicos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.

16. Perroni C. Você sabe o que é sorgo? Cereal sem glúten tem diversas propriedades nutricionais. [Internet]. Rio de Janeiro - Nutrição Globo; 2017. [acessado em 03 nov 2021]. Disponível em: <https://ge.globo.com/eu-atleta/nutricao/noticia/voce-sabe-o-que-e-sorgo-cereal-sem-gluten-tem-diversas-propriedades-nutricionais.ghtml>.
17. Ribas PM. Sorgo: introdução e importância. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.
18. Pereira Filho IAP, Rodrigues JAS. Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa, 2015.
19. Paiva CL, Queiroz VAV, Garcia MAVT. Características tecnológicas, sensoriais e químicas de massas secas sem glúten à base de farinhas de sorgo e milho. *Braz J Food Technol.* 2019;22: e2018095.
20. Sruthi NU, Rao PS, Rao BD. Decortication induced changes in the physico-chemical, anti-nutrient, and functional properties of sorghum. *J Food Compos Anal.* 2021;102:104031.
21. Khoddami A, Messina V, Venkata KV, Farahnaky A, Blanchard CL, Roberts TH. Sorghum in foods: Functionality and potential in innovative products. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2021;61: 1960793.
22. Hama F, Icard-Vernière C, Guyot J-P, Picq C, Diawara B, Mouquet-Rivier C. Changes in micro- and macronutrient composition of pearl millet and white sorghum during in field versus laboratory decortication. *J Cereal Sci.* 2011;54(3):425–433.
23. Oliveira FM, Gonzaga CL. O sorgo na alimentação humana: Uma alternativa viável e nutritiva. Minas Gerais: Emater, 2000.
24. Zhu F. Structure, Physicochemical properties, modifications, and uses of sorghum starch. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 2014;13(4):597–610.
25. Hermanns G, Skittberg C, Vicenzi R, Preichardt LD. Desenvolvimento de massa alimentícia tipo talharim sem glúten a partir de farinhas alternativas. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos.* (v.3). Belo Horizonte: Organização Editora Poisson; 2019.
26. Teotônio DO, Rodrigues SM, Leoro MGV, Pereira PAP, Schmiele M. Potentialities of using cryoprotectants in gluten-free frozen dough and microwave baking as an emerging technology. *Res Soc Dev.* 2021;10(6):e12410615674.
27. Paiva CL, Evangelista WP, Queiroz VAV, Glória MBA. Bioactive amines in sorghum: Method optimisation and influence of line, tannin and hydric stress. *Food Chem.* 2015;173:224–230.
28. Bean SR, Mesa-Stonestreet NJ, Alavi S. Sorghum proteins: the concentration, isolation, modification, and food applications of kafirins. *J Food Sci.* 2010;75(5):90–104.
29. Khan I, Yousif A, Johnson KS, Gamlath S. Effect of sorghum flour addition on resistant starch content, phenolic profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta. *Food Res Int.* 2013;54:578–586.
30. Oliveira JL. Pães sem glúten com farinha de sorgo vermelho: propriedades tecnológicas, proximais e sensoriais [Mestrado]. Rio Verde: Instituto Federal Goiano; 2017.
31. Yousif A, Nhepera D, Johnson S. Influence of sorghum flour addition on flat bread in vitro starch digestibility, antioxidant capacity and consumer acceptability. *Food Chem.* 2012;134(2):880–887.
32. Gava Junior M. Aplicação de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e efeito nas propriedades tecnológicas de pães isentos de glúten [Trabalho de Conclusão de Curso]. Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2017.
33. Phimolsiripol Y, Mukprasirt A, Schoenlechner R. Quality improvement of rice-based gluten free bread using different dietary fibre fractions of rice bran. *J Cereal Sci.* 2012;56(2):389–395.

34. Macedo MCC, Maro KF, Conceição KRO, Queiroz VAV, Silva WA, Pires CV. Elaboração de pães formulados com farinhas de sorgo, semente de abóbora, trigo e aveia [Internet]. Gramado: XXV CBCTA; 2016 [acesso 11 nov 2021] Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/860.pdf>
35. Silva DGL, Paiva CL, Ferreira DC, Queiroz VAV, Ribeiro LHG, Rodrigues SS. Avaliação sensorial e físico química de bolo dietético à base de farinha de sorgo [Internet]. Gramado: XXV CBCTA; 2016 [acesso 11 nov 2021] Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/168418/1/Avaliacao-sensorial.pdf>
36. Queiroz VAV, Gonçalves ACA, Rodrigues JAS, Schaffert RE. Como utilizar grãos de sorgo no preparo de produtos caseiros. Sete Lagoas: Embrapa; 2011.
37. Cabral AR, Waters C, Laird HL, Cavitt LC, Miller RK, Rooney WL, et al. Sorghum bran as an antioxidant in pork and poultry products. *Meat Muscle Biol.* 2019;2(2):83.
38. Anunciação PC, Cardoso LM, Queiroz VAV, Menezes CB, Carvalho CWP, Pinheiro-Sant'Ana HM, et al. Consumption of a drink containing extruded sorghum reduces glycaemic response of the subsequent meal. *Eur J Nutrition.* 2018;57(1):251–257.
39. Xiong Y, Zhang P, Johnson S, Luo J, Fang Z. Comparison of the phenolic contents, antioxidant activity and volatile compounds of different sorghum varieties during tea processing. *J Sci Food Agric.* 2020;100:978-985.
40. Correia VTV, D'Angelis DF, Santos AN, Ronchetti EFS, Queiroz VAV, Figueiredo JEF, et al. Tannin-sorghum flours in cream cheese: Physicochemical, antioxidant and sensory characterization. *LWT-Food Sci Technol.* 2022;154:112672.
41. Garzón AG, Torres RL, Drago SR. Changes in phenolics, γ -aminobutyric acid content and antioxidant, antihypertensive and hypoglycaemic properties during ale white sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) brewing process. *Int J Food Sci Technol.* 2019;54(5):1901–1908.
42. Xiong Y, Zhang P, Warner RD, Hossain MN, Leonard W, Fang Z. Effect of sorghum bran incorporation on the physicochemical and microbial properties of beef sausage during cold storage. *Food Control.* 2022;132:108544.
43. Gibelato GFB, Oliveira WS, Neves ECA, Godoy HT, Chang YK, Schmiele M. Cereal matinal gluten-free a base de farinhas de sorgo, arroz e chia [Internet]. Gramado: XXV CBCTA; 2016 [acesso 11 nov 2021] Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/1326.pdf>
44. Liu L, Herald TJ, Wang D, Wilson JD, Bean SR, Aramouni FM. Characterization of sorghum grain and evaluation of sorghum flour in a Chinese egg noodle system. *J Cereal Sci.* 2012;55(1):31–36.
45. Palavecino PM, Curti MI, Bustos MC, Penci MC, Ribotta PD. Sorghum pasta and noodles: Technological and nutritional aspects. *Plant Foods for Hum Nut.* 2020;75(3):326–3361.
46. Cisse F, Erickson D, Hayes A, Opekun A, Nichols B, Hamaker B. Traditional Malian solid foods made from sorghum and millet have markedly slower gastric emptying than rice, potato, or pasta. *Nutrients.* 2018;10(2):E124.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-81>

Capítulo 81

PROCESSO DE ALCALINIZAÇÃO DO CACAU: REVISÃO

Letícia Oliveira Fagundes¹; Tatiana Nunes Amaral²

¹Engenheira de Alimentos; E-mail: letsfagundes@gmail.com, ²Docente do Instituto de Ciência e Tecnologia – ICT – UFVJM. E-mail: tatiana.amaral@ict.ufvjm.edu.br

Resumo: O cacau, um dos frutos mais relevantes no cenário nacional, faz parte da formulação de chocolates e pode ser aplicado em diferentes processos. A alcalinização é uma etapa opcional no processamento do cacau, trazendo um diferencial ao produto final em relação a perfil com menos amargor, cores mais intensas e melhor dispersão. O objetivo deste trabalho é discutir a importância da alcalinização no processamento do cacau e as vantagens ou desvantagens encontradas em cada ponto de alcalinização escolhido pela indústria através de revisão de literatura. Foram expostas informações sobre a definição do processo de alcalinização e sua aplicação em Nibs, torta e liquor de cacau. Em época na qual origem e componentes dos produtos que compõem a dieta alimentar tornam-se preocupação de boa parte da população, compreender as especificidades do processo de alcalinização é relevante para buscar alternativas de produtos clean label, ou seja, produtos naturais, orgânicos e livres de aditivos ou conservantes.

Palavras-chave: liquor; nibs; processamento de cacau, rotulagem.

INTRODUÇÃO

No ranking mundial (1), o Brasil é o quinto maior consumidor de chocolate e a indústria do setor investe constantemente com o objetivo de levar variedade e inovação para esse mercado tão promissor. Reforçando a importância nacional no setor, o Brasil é o 7º país em produção de cacau, principal ingrediente do chocolate, colaborando em 2019 com 4,6 % do volume mundial de 5,6 milhões de toneladas (2).

Além da aplicação em chocolate, o cacau também é utilizado em formulações de laticínios, sorvetes, produtos de panificação e/ou confeitaria, bem como em pré-misturas instantâneas (3, 4, 5). Ele pode ser utilizado, ainda, em aplicações farmacêuticas e formulações de cosméticos (4, 6).

É possível verificar que, ao longo dos últimos 150 anos, a cadeia de produção do cacau não mudou, exceto para os equipamentos usados que foram renovados e automatizados para não apenas melhorar a eficiência e qualidade, mas também reduzir os tempos de processo (4). Essa qualidade aplicada pode ser verificada quando tecnologias

adicionais são utilizadas no processamento do cacau. A alcalinização é um exemplo dessas oportunidades encontradas.

A alcalinização consiste em uma mistura do cacau (nibs, liquor, torta ou pó) com uma solução alcalina, junto com combinações de parâmetros de processo como, por exemplo, temperatura e pressão. A partir dessas combinações, passa-se a ter produtos que irão se diferenciar das características de um cacau natural (5). Outro termo técnico para alcalinização ainda utilizado é “Processo Holandês” ou “Dutching”. O termo foi usado pela primeira vez por Van Houten em 1828. Van Houten, holandês, possuía uma fábrica de cacau em Amsterdam e combinou sais alcalinos com cacau em pó. Isso resultou na redução da acidez do cacau e neutralizou sabores ácidos naturais do fruto, o que tornou a bebida mais palatável (6, 7, 8). Como consequência, verificou-se uma melhora na molhabilidade de cacau em pó em meio aquoso. Outra descoberta com essa combinação foi o aprimoramento da cor, a qual poderia ser escurecida. De forma geral, o sabor foi aprimorado através da suavização dos “off notes” de azedo e amargo, criando o precursor das bebidas de cacau hoje conhecidas. Essa descoberta foi patenteada na época, mas, hoje a proteção intelectual caiu em domínio público e é utilizada extensivamente na indústria de alimentos.

A alcalinização afeta o sabor, bem como a cor. Em relação ao sabor, existem dúvidas se isso significou melhora. Segundo Minifie (9), alguns autores afirmam que o sabor de chocolate é fortalecido, já outros alegam que o verdadeiro sabor do chocolate é perdido. A diferença de opinião provavelmente reside em como o produto alcalinizado deve ser usado.

A alcalinização afeta as tonalidades de cor de pó de cacau, que variam do marrom amarelado ao marrom avermelhado, chegando ao marrom escuro e até preto, dependendo das condições de processamento e do tipo de cacau utilizado (5). Esta variação é apresentada na Figura 1. Isso é vantajoso para a indústria porque significa mais opções e variedade para produtos. Como esclarece Dyer (10), a intensidade dessas mudanças depende da etapa do processo em que a alcalinização do cacau acontece (nibs, liquor, torta ou pó), bem como o tipo e a concentração de álcali e as demais variáveis do processo (tempo, pressão, temperatura, água, etc.).

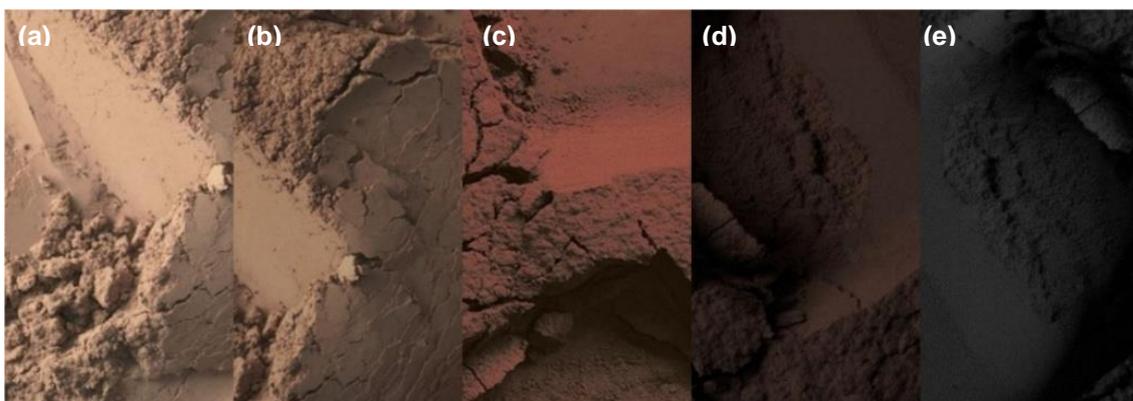


Figura 14 – Cacau em pó (a) natural; (b) baixa alcalinizado; (c) média alcalinização com tonalidade avermelhada; (d) forte alcalinização; (e) pó preto.

Fonte: (6)

ALCALINIZAÇÃO COMO PROCESSO

De acordo com seu pH, o cacau é classificado como baixa alcalinização (pH 6 a 7,2), média alcalinização (pH 7,2 a 7,6) ou forte alcalinização (pH > 7,6) (11). O processo de alcalinização pode ser dividido em três categorias principais: nibs alcalinizado, liquor alcalinizado e torta ou pó alcalinizado. Cada um deles possui suas vantagens e desvantagens. Em última instância, os equipamentos disponíveis e o resultado esperado são os fatores que deverão ser considerados na escolha do método de alcalinização mais apropriado, bem como a etapa onde a mesma deve acontecer.

Na Figura 2 está representado o esquema de um fluxo de produção dos derivados de cacau. (12) exemplifica um fluxo de processamento de cacau dentro de uma indústria moageira. Verifica-se que o processo se inicia com o recebimento das amêndoas e seguindo as etapas temos os sub-produtos do cacau sendo produzidos. As etapas destacadas em verde são referentes aos produtos que poderão sofrer o processo de alcalinização na indústria.

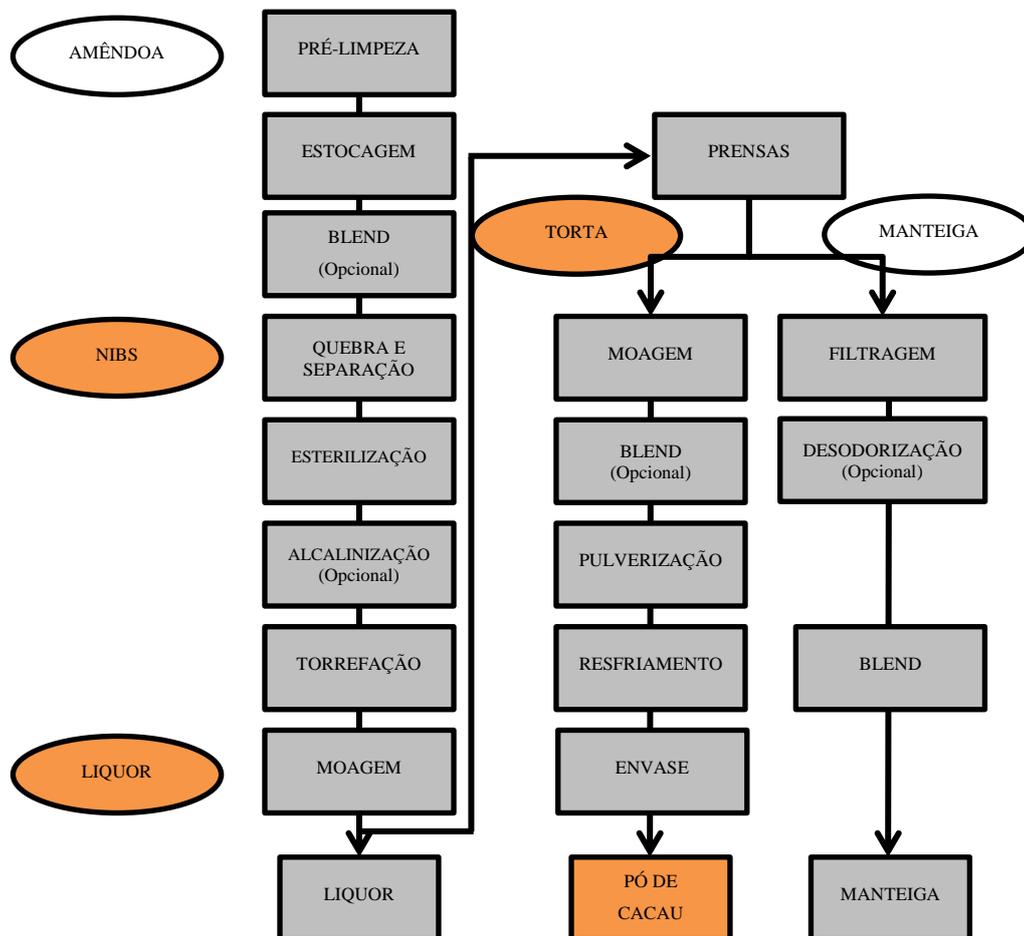


Figura 2 – Fluxograma de processamento do cacau
Fonte: (12)

ALCALINIZAÇÃO DE NIBS

Uma das formas de alcalinização de Nibs é através do modelo de alcalinização e torrefação contínua. Neste processo, os nibs são alcalinizados em uma ou mais transportadoras helicoidais de impregnação com adição de álcalis e água. Após a alcalinização, os nibs são torrados num torrador contínuo. Durante esse processo, temos temperatura controlada. O tempo maior e o aumento do pH favorecem a formação de cor mais intensa (7, 9).

Enquanto sabor e cor são atributos positivos nesse processo, o grau de alcalinização pode ser um aspecto negativo. Isso porque a alcalinização do nibs pode interferir na qualidade da manteiga de cacau. O aumento da utilização de álcalis no processo pode gerar manteigas mais escuras e modificar características como o ponto de solidificação (7).

ALCALINIZAÇÃO DE TORTA DE CACAU

Após a torrefação do nibs, a transformação do mesmo em liquor e a prensagem (separação da manteiga e torta), a alcalinização da torta/pó de cacau é realizada. Semelhante ao nibs de cacau alcalinado, uma solução alcalina é adicionada na torta/pó de cacau. O tempo e a temperatura continuarão a ser variáveis de processos de controladas e a pressão e o vácuo também poderão ser aplicadas, dependendo do resultado desejado (9).

Um fator positivo da alcalinização da torta/pó de cacau é que apenas o cacau é alcalinado. Portanto, não tem-se problemas como a manteiga de cacau mais escura ou com a mudança do seu ponto de solidificação pelo processo (7). Os fatores negativos incluem limitações no desenvolvimento da cor e impacto no sabor - os sabores podem ser menos evidentes à medida que um cacau já torrado está sendo reprocessado. Além disso, como a torta de cacau moída possui tamanhos diferentes de granulometria, a penetração da solução em cada partícula pode variar.

A alcalinização da torta/pó é melhor realizada em um equipamento tipo tambor rotativo aquecido e à vácuo, que além de proporcionar boa mistura na etapa de alcalinização, também, garante que uma secagem eficiente ocorra em baixas temperaturas (9).

ALCALINIZAÇÃO DO LIQUOR

Tal como acontece com outros métodos, o pH inicial é um fator importante na definição da solução alcalina necessária. O tempo e a temperatura irão afetar o produto final. Alguns aspectos negativos desse processo estão relacionados à alcalinização da manteiga de cacau, semelhante à alcalinização do nibs, bem como ao incremento da umidade devido à adição de álcalis.

Além disso, o longo tempo de aquecimento pode gerar risco de perda de sabor (7).

Em relação ao aumento da umidade, verifica-se que o liquor de cacau passa a ter uma textura mais espessa, o que dificulta o trabalho (7). Portanto, é necessário o uso de soluções alcalinas altamente concentradas. Depois do processo de alcalinização, o excesso de umidade deve ser retirado através de evaporação controlada.

As cores vermelhas finais do cacau não são obtidas com esses processos por causa da maior concentração de álcali e temperaturas mais altas. O tipo de cor marrom está relacionado ao tipo de amêndoa, condições da torra e temperatura de alcalinização (9).

Pode-se verificar que, a partir dos métodos de alcalinização, é gerada uma grande variedade de cores de cacau. Porém, a fabricação de um produto com um padrão de grande exatidão é muito difícil para o fabricante, visto que, além do controle preciso de todas as etapas do processo, existem varrições na matéria-prima, o cacau. Por esse motivo, como aponta Minifie (9), a maioria dos fabricantes recorre à mistura de pós para manter cores consistentes.

Apesar da diversificação oferecida pelo processo de alcalinização com a utilização dos álcalis (aditivos). Deve-se ressaltar de que a saudabilidade vem sendo um tema bastante discutido no mundo inteiro e o consumidor tem buscado cada vez mais rótulos de produtos que lhes indiquem ser mais naturais. (13).

Verifica-se um tenência crescente dos consumidores na busca por produtos “clean label”, ou seja, segundo Lefferts (14), um produto livre de ingredientes artificiais, ser de origem orgânica ou não possuir a presença de pesticidas e químicos, produtos que não são geneticamente modificados, produtos livre de hormônios, produtos sem alergênicos, produtos minimamente processados, rótulos com uma lista de ingredientes pequena e ainda embalados em embalagens transparentes.

CONCLUSÕES

O processo de alcalinização do cacau representa para os fabricantes uma alternativa para novos produtos no mercado. Verifica-se que apesar do processamento de cacau não ter sofrido grandes mudanças aos longos dos anos, a alcalinização é usada como opção para a diversificação dos produtos. Hoje, os rótulos dos produtos de cacau que passaram pelo processo de alcalinização devem ter no rótulo a descrição das matérias-primas e aditivos (álcalis) usados durante o processamento. Em um momento no qual hábitos alimentares se tornaram uma preocupação para a boa parte da população, compreender as nuances do processo de alcalinização é relevante para buscar alternativas de produtos clean label no mundo do cacau.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

REFERÊNCIAS

1. FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo). Agronegócio do Cacau Produção, Transformação e Oportunidades - Relatório.pdf [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Set 15]. Disponível em <http://www.abicab.org.br/paginas/chocolate/mercado/>.
2. Brainer, M. Caderno Setorial ETENE_ Produção de Cacau [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Set 15]. Disponível em https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/650/3/2021_CDS_149.pdf.
3. Badrie, N., Bekele, F., Sikora, E., & Sikora, M. Cocoa Agronomy, Quality, Nutritional, and Health Aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2015; 55(5), 620-659

4. Beg, M. S., Ahmad, S., Jan, K., & Bashir, K. Status, supply chain and processing of cocoa – A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2017; 66, 108–166.
5. Bispo, E. Processo de Alcalinização dos “nibs” de cacao (*Theobroma cacao* L.) e avaliação da qualidade do pó. Dissertação [mestrado]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). 1999.
6. Valverde-Garcia, D., Pérez, É., & Barat Baviera, J. M. Changes in cocoa properties induced by the alkalization process: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020; 19(4), 2200–2221.
7. Beckett, S. *The Science of Chocolate - 2nd Edition*. York, UK: Formerly Nestlé Product Technology Center; 2008.
8. Rodríguez, P., Pérez, E., & Guzmán, R. Effect of the types and concentrations of alkali on the color of cocoa liquor. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2009; 89(7), 1186–1194.
9. Minifie, B. *Chocolate, cocoa and confectionery: Science and technology – 3rd Edition*. New York, USA: Springer Science & Business Media. 1989.
10. Dyer, B. Alkalized cocoa powders. *Manufacturing Confectioner*. 2003; 83(6), 47–54.
11. Miller, K. B., Hurst, W. J., Payne, M. J., Stuart, D. A., Apgar, J., Sweigart, D. S., & Ou, B. Impact of alkalization on the antioxidant and flavanol content of commercial cocoa powders. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008; 56(18), 8527–8533.
12. De Zaan cocoa. *The De Zaan cocoa & chocolate manual*. Switzerland: ADM Cocoa. 2009.
13. Román, S., Sánchez-Siles, L., Siegrist, M. The importance of food naturalness for consumers: Results of a systematic review. *Trends in Food Science & Technology*. 2017; 67, 44-57.
14. Lefferts, L. Clean Labels - Public Relations or Public Health [Internet]. 2017 [acesso em 2021 Out 02]. Disponível em <https://cspinet.org/sites/default/files/attachment/Clean%20Label%20report%20%281%29.pdf>.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-82>

Capítulo 82

UTILIZAÇÃO DE AGRO-RESÍDUOS VEGETAIS COMO MATÉRIA PRIMA PARA ELABORAÇÃO DE FARINHAS: REVISÃO

Ícaro Buregio de Lima¹; Gerlane Souza de Lima²; Thayza Christina Montenegro Stamford³

¹Estudante do Curso de Nutrição - CCS – UFPE; E-mail: icaro.buregio@ufpe.br,

²Estudante do Programa de Pós-Graduação em Nutrição - CCS – UFPE; E-mail: gerlane.souza@ufpe.br,

³Docente/pesquisador do Depto de Medicina Tropical – CCS – UFPE. E-mail: thayza.stamford@ufpe.br

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre a utilização de agro-resíduos como matéria prima para a produção de farinhas, tendo como enfoque as sementes. Neste processo, analisar suas etapas de produção e respectivas composições nutricionais, capacidades funcionais, assim como suas aplicabilidades e aceitabilidades na alimentação humana. Foram analisadas as características de cinco tipos de sementes e caroços de frutas: melancia, acerola, abóbora, jaca e abacate. Observou-se que as sementes possuem elevado teor de proteínas, fibras e compostos antioxidantes, benéficos a saúde humana. Em relação à aplicabilidade, constatou-se que as farinhas de sementes podem ser utilizadas na preparação de diversos tipos de formulações e produtos, como: bolos, pães, kibes, biscoitos, broas e outros produtos de pastelaria. Dessa forma, fica evidente a viabilidade da utilização de sementes provenientes da agroindústria como matéria prima para a elaboração de farinhas. Além de aproveitar o alimento de forma integral, diminuindo o desperdício e destinando adequadamente os subprodutos da produção agroindustrial, introduz-se também nutrientes e propriedades funcionais aos alimentos, promovendo benefícios à saúde humana.

INTRODUÇÃO

A transformação de produtos agrícolas em farinhas já é conhecida e utilizada há vários milênios. Auxiliando no armazenamento, conservação e manuseio da matéria prima, esta técnica foi bastante aplicada no passado, em cereais, como a cevada, o trigo e o arroz (1)(2).

Atualmente, o trigo se destaca na produção mundial de alimentos, sendo a *commodity* alimentar mais consumida pela humanidade. Por conta do glúten, a farinha de trigo se destacou na produção alimentícia. Esse conjunto de proteínas constituintes desse grão possui propriedades agregadoras de qualidade e palatabilidade ao produto final, como a capacidade de fornecer elasticidade, crocância e volume aos preparados (3)(4).

Contudo, a descoberta de patologias ligadas ao glúten, como a doença celíaca, a intolerância ao glúten, a alergia ao trigo e a sensibilidade ao glúten não celíaca, além da procura por funcionalidade alimentar, vem aumentando a busca por alimentos elaborados com farinhas alternativas, em substituição total ou parcial da farinha de trigo. Esta mudança tem o objetivo tanto de proporcionar um maior conforto aos portadores das patologias supracitadas, quanto de incrementar qualidades funcionais e nutricionais aos alimentos (5).

Em paralelo, uma das grandes questões relacionadas ao setor agroindustrial atualmente é o direcionamento adequado dos seus resíduos. Visto este problema, estudos têm se voltado a buscar formas alternativas para reintrodução destes subprodutos na cadeia produtiva alimentar, visto que, muitas vezes, estes são ricos em fibras e nutrientes potencialmente funcionais ao organismo humano. Além disso, este processo agrega valor e confere sustentabilidade à cadeia produtiva de alimentos (6)(7).

Visto isso, uma outra forma de processamento bastante difundida é a transformação de resíduos, como sementes, em farinhas. Dessa forma, este processo reduz o volume e a perecibilidade dos produtos, devido às etapas de secagem em seu processamento, atingindo condições desfavoráveis para o desenvolvimento microbiano, reduzindo as atividades metabólicas dos alimentos e aumentando a concentração de compostos bioativos, fibra alimentar e minerais do produto (8). Essas substâncias contribuem para a redução do risco e no tratamento de doenças crônicas não transmissíveis, a exemplo de câncer, obesidade e doenças cardiovasculares (9).

O aproveitamento integral de alimentos é uma alternativa para uma produção sustentável, tanto do ponto de vista ambiental, como social e econômico do país, além de reduzir o desperdício de produtos, também colabora para a redução da insegurança alimentar. Assim, estudar suas características e comportamento sob determinadas situações permite o melhor direcionamento desses coprodutos na indústria, tanto para processamento como para aplicação direta (10)(11).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo estudar a utilização de sementes, resíduos do beneficiamento agroindustrial, como matéria prima para a produção de farinhas, passando por suas produções, analisando suas respectivas composições nutricionais, capacidades funcionais, assim como suas aplicabilidades e aceitabilidades na alimentação humana.

COMPOSIÇÕES NUTRICIONAIS

A observação da composição centesimal das farinhas de sementes de frutas é de suma importância. Nesta etapa, é possível analisar quantitativa e qualitativamente os nutrientes e substâncias que compõem este material. A partir disto, é possível inferir funcionalidades e benefícios à saúde humana, de acordo com estudos prévios presentes na literatura.

Neste sentido, De Campos Souza e colaboradores (12) analisaram a composição química da farinha da semente da melancia. Em seu estudo, foi descrito que este produto possui: 8,6% de umidade; 24,75% de lipídios; 17,26% de proteínas; 5,48% de carboidratos; 40,47% de fibras; 3,46% de minerais, com valor calórico total de 313,66 kcal em 100g.

Aguiar e colaboradores (13) investigaram a composição da farinha da semente da acerola. Verificou-se o elevado teor de proteína bruta (16,94%), assim como de carboidratos totais (57,24%) e de açúcares redutores (9,20%). Essa farinha foi classificada como fonte de vitamina C (66mg/100g) e de cinzas (0,44%), cujo conteúdo analisado contém os minerais na seguinte ordem de concentração: Ca > K > Fe > Mg > Zn > P > Mn > Cu.

Da Silva e colaboradores (14) estudaram a semente da abóbora e a elaboração de sua farinha. Esta equipe encontrou altos níveis de proteína neste produto (21,57%). Aliado a isto, encontrou-se: 3,59% de carboidratos; 32,95% de fibra alimentar; 38,10% de lipídios; 3,8% de cinzas. Em paralelo, foi analisada a atividade de água e encontrou-se o valor de 0,69.

Santos e colaboradores (15) caracterizaram físico-quimicamente a farinha do caroço de jaca. Suas análises mostraram que a farinha desta fruta apresentou umidade de 12,17%, teor de amido de 43,56%, cinzas em 2,57% e proteínas em proporção de 7,54%.

Freitas e colaboradores (16) realizaram a produção e caracterização físico-química da farinha do caroço de abacate. Seu trabalho trouxe que este produto possui umidade avaliada em 6,75%; carboidratos em 82,55%; proteínas em 5,32%; lipídeos a 3,05%; cinzas em 2,33%.

FUNCIONALIDADES

Na indústria de frutas, os resíduos agroindustriais, como as cascas, sementes e bagaços, muitas vezes, são descartados da linha de produção de alimentos por serem caracterizados como sem valor e de pouco potencial de aproveitamento. Porém, nas últimas décadas, estudos vêm mostrando que, em grande parte, estes resíduos possuem elevada possibilidade de exploração, sendo portadores de substâncias bioativas, consideradas funcionais à saúde humana, como ácidos graxos poli-insaturados, antioxidantes, carotenoides, tocoferóis, compostos fenólicos (17).

Por sua vez, ao estudar a farinha da semente da melancia, pesquisadores destacaram o elevado potencial de aproveitamento à saúde humana neste produto. Em primeira instância, foram observados elevados níveis de proteínas e fibras alimentares, destacando seu alto valor nutricional. Além disso, ao analisar seu elevado percentual lipídico, este produto apresentou vasto teor de ácidos graxos ômega-6 e ômega-9,

frequentemente relacionados a benefícios da saúde coronariana e a redução dos níveis de VLDL, respectivamente (12).

Paralelamente, em seu estudo, Aguiar e colaboradores (13) destacaram que, assim como o fruto, a semente da acerola, e, por conseguinte, sua farinha, possui elevado teor de vitamina C e ácidos graxos insaturados. O ácido ascórbico, por sua vez, é uma importante substância antioxidante, que representa mais da metade do quantitativo total de recomendação de ingestão diária de vitaminas. Visto isso, o aumento do consumo diário da vitamina C oriunda da acerola vem sendo relacionado a diversos benefícios à saúde, como a diminuição da melanogênese, reduzindo a incidência de manchas na pele, a promoção da síntese de colágeno e o combate aos radicais livres (18).

Em relação à farinha da semente de abóbora, estudos também revelam seu elevado potencial agregador à saúde. Este coproduto, geralmente descartado pela indústria de vegetais, possui elevados níveis de proteínas, fibras e ácidos graxos insaturados. Em paralelo, esta porção da abóbora detém compostos de grande função antioxidante no organismo, em especial pelos altos níveis de tocoferóis (vitamina E). Esta vitamina, por sua vez, também está fortemente associada ao bom funcionamento de vários tecidos, assim como ao adequado desenvolvimento do sistema nervoso central, principalmente nos primeiros anos de vida (19)(20).

Estudos têm relacionado a farinha da semente de jaca a diversos benefícios à saúde. Waghmare e colaboradores (21) estudaram esta farinha e descreveram a presença de biomoléculas agregadoras de valor nutricional, como flavonoides, ligninas, saponinas, isoflavinas e vitaminas do complexo B. Somado a isto, foram encontrados derivados de enxofre, responsáveis por aderir função antimicrobiana e anti-helmíntica a este produto. Além disso, estes pesquisadores mostraram que esta semente também é rica em fibras alimentares, auxiliando na saúde cardiovascular e intestinal.

Tendo em vista a farinha da semente do abacate, estudos vêm mostrando diversas características agregadoras de valor em relação à saúde humana presentes neste produto. Um grande atributo associado aos derivados desta semente é a função antioxidante, bastante relacionada aos altos níveis de compostos bioativos, como ácidos fenólicos, flavonóides, procianidinas, ácidos hidroxicinâmicos e outros. Além disso, estes compostos também têm sido ligados a outras propriedades, sendo estas anticancerígenas, antibacterianas, anti-inflamatórias e anti-hipertensivas (22).

APLICABILIDADE E ACEITABILIDADE

A aplicação da farinha de coprodutos vegetais em alimentos vem sendo largamente estudada, pois contribui para suas características nutricionais, reológicas, tecnológicas, bioativas, sensoriais e também vida de prateleira dos produtos. As fibras alimentares nelas presentes podem contribuir tecnologicamente devido às suas propriedades estabilizante, espessante e emulsificante. Farinhas de cascas, talos, folhas e, sobre tudo, sementes, têm sido amplamente utilizadas na elaboração de diferentes produtos, como sorvetes, iogurtes, embutidos, bebidas, massas alimentícias, produtos de panificação e confeitaria. Podem ser citados os resíduos de jabuticaba, uva proveniente da produção de vinhos, banana verde, tangerina, tomate, abóbora, melancia, jaca, laranja, toranja e acerola (10)(23)(24)(25).

Neste sentido, Vidal e colaboradores (26), realizaram a elaboração de *cookies* enriquecidos com a farinha da semente da melancia. Foi utilizada uma proporção de 25% da farinha reaproveitada em relação ao total de trigo. Em relação à análise sensorial com escala hedônica, sendo 1 a menor pontuação possível e 9 a maior, foram avaliados os quesitos de aceitação global, aroma, textura, sabor e intenção de compra. Por sua vez, todos os atributos avaliados somaram pontuações que sugeriram boa aceitabilidade geral (maior que 6).

Somado a isso, Alves (27) elaborou um mousse produzido com o aproveitamento de todas as porções da melancia, inclusive da semente. Em seu estudo, este relatou a aplicação da farinha da semente da melancia na elaboração da massa de base do produto realizando a substituição em uma fração de 25% em relação a farinha de trigo. Embora o estudo não tenha realizado análises sensoriais com o produto, o autor relatou que a massa apresentou sabor e crocância desejados.

Além disso, a farinha da semente da melancia também é utilizada tradicionalmente por povos em vários países. Na Índia, por sua vez, este produto é utilizado para a produção de produtos de panificação. Na China, Oriente Médio e México é relatado que a semente da melancia é triturada e transformada em farinha para a produção de chás com propriedades terapêuticas (28).

Em relação à farinha da semente da acerola, Ressute (29) conduziu a elaboração de barras de cereais sem glúten incrementadas com a farinha de resíduos desta fruta (casca e sementes). Por sua vez, o estudo avaliou sensorialmente os atributos de sabor, aroma, textura e aparência global. Os resultados foram apresentados em escala hedônica (0 a 9), e mostram que os produtos elaborados obtiveram pontuações superiores a 7 em todos os atributos avaliados, indicando uma elevada aceitabilidade.

Paralelamente, Lima e colaboradores (30) produziram bolos a partir do aproveitamento integral da acerola. Os autores optaram por produzir duas preparações com suas respectivas porções de farinha de trigo parcialmente substituídas (25 e 50%) por farinha de casca e semente de acerola. Ao realizar a análise sensorial dos produtos, foi utilizada também a escala hedônica, não havendo diferença estatisticamente significativa entre as médias dos parâmetros analisados nas duas formulações (cor, textura, aroma e geral). Somado a isso, as duas formulações obtiveram resultados satisfatórios nos testes, possuindo avaliação global acima de 7.

Dos Anjos (31), por sua vez, realizou a preparação de três formulações de pães parcialmente substituídos da fécula de batata pela farinha da semente de abóbora (25, 50 e 75%). Posteriormente, o autor realizou as análises sensoriais de aceitabilidade e intenção de compra. Os resultados apresentaram boa aceitabilidade, classificando a aceitação global como "gostei regularmente". Além disso, os pães incrementados com a farinha da semente de abóbora agregaram uma elevada intenção de compra, estando suas médias classificadas entre "provavelmente compraria" e "talvez compraria".

Nascimento e colaboradores (32) elaboraram e analisaram um bolo vegano enriquecido com a farinha da semente da abóbora. Foram realizadas duas formulações parcialmente substituídas, 20 e 40% de substituição. Assim, investigou-se cinco critérios na análise sensorial (cor, sabor, textura, impressão global e intenção de compra). Os produtos elaborados apresentaram os aspectos sensoriais a um nível elevado de aceitabilidade (maior que 7). Além disso, a intenção de compra também foi avaliada a um

nível satisfatório, obtendo pontuações maiores que 4, em uma escala hedônica de pontuação máxima 5.

Em respeito a farinha de semente de jaca, Landim e colaboradores (33) a empregaram na produção de quibes, com 20%, 40% e 60% de substituição. Além de reportar a elevação do teor de fibras e proteínas, os autores relataram a execução de análise sensorial pela qual foram avaliados os critérios de aceitação global, sabor, textura e aroma. Nos aspectos avaliados em escala hedônica de 1 a 7, os produtos obtiveram resultados satisfatórios, sendo classificados com pontuação maior que 5. Em relação a intenção de compra, mais de 50% dos avaliadores pontuaram os produtos como "certamente compraria".

Em paralelo, Dos Reis e colaboradores (34) produziram biscoitos parcialmente substituídos pela farinha da semente de jaca, em proporções de 10% e 20% referente à quantidade total farinha de trigo. Realizou-se a análise sensorial com uma abrangência de 320 julgadores, com aplicação do teste de aceitabilidade por escala hedônica numa escala de 1 a 9 pontos. As duas formulações preparadas foram classificadas pelos provadores entre as categorias "gostei ligeiramente" e "gostei muito", indicando uma boa aceitabilidade do produto elaborado com a farinha reaproveitada.

A farinha do caroço de abacate, por sua vez, foi testada por Freitas e colaboradores (35). No estudo, aos autores elaboraram duas formulações de com substituições parciais da farinha de trigo pela farinha da semente do abacate, nas proporções de 10% e 20%. Na análise sensorial, os produtos confeccionados responderam bem aos testes aplicados, sendo também classificados nos pontos avaliados (aparência, aroma, cor, sabor, textura e avaliação global) entre "gostei ligeiramente" e "gostei muito".

Silva e colaboradores (36) também aplicaram as propriedades tecnológicas da farinha do caroço de abacate na elaboração de produtos. Os autores substituíram parcialmente em proporções de 5%, 10% e 20% da farinha aproveitada em relação ao trigo. Nos resultados do trabalho, os autores relataram, mediante análise sensorial, que a aceitabilidade geral dos produtos elaborados decresceram de acordo com o incremento da farinha do caroço de abacate, classificando sabor da formulação de 20% como "desgostei ligeiramente". Além disso, esta mesma formulação também recebeu, na avaliação de intenção de compra, a classificação de "certamente não compraria", por mais de um terço dos avaliadores.

CONCLUSÕES

Fica evidente, portanto, a viabilidade do desenvolvimento de produtos alimentícios à base de farinhas aproveitadas de resíduos agroindustriais. Dessa forma, além de aproveitar o alimento de forma integral, diminuindo o desperdício e destinando adequadamente os subprodutos da produção agroindustrial, introduz-se também nutrientes e propriedades funcionais aos alimentos, benéficos a saúde humana e acarretados pelas farinhas reaproveitadas. Além disso, os produtos elaborados sob o processo de aproveitamento integral de matérias-primas, possuem elevada aceitabilidade de mercado e adquirem grande valor agregado por serem produzidos em uma cadeia produtiva consciente e sustentável.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação (PROPEPESQI), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e a todos os envolvidos na elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Flandrin, J. L., Montanari, M., Machado, L. V., & de Freitas Texeira, G. J. História da alimentação. São Paulo: Estação Liberdade; 1996.
2. Ormenese, R. D. C. S., & Chang, Y. K. Massas alimentícias de arroz: uma revisão. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos. 2002;20(2):175-186.
3. Baumgratz, E. I., Mera, C. M. P. D., Fiorin, J., de Castro, N. L. M., & de Castro, R. Produção de trigo A decisão por análise econômico-financeira. Revista de Política Agrícola. 2017;26(3):8-21.
4. Scheuer, P. M., Francisco, A. D., Miranda, M. D., & Limberger, V. M. Trigo: características e utilização na panificação. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. 2011;13(2):211-222.
5. Queiroz, A. M., Rocha, R. F. J. D., Garruti, D. D. S., Valença da Silva, A. D. P., & Araújo, Í. M. D. S. Elaboração e caracterização de cookies sem glúten enriquecidos com farinha de coco: uma alternativa para celíacos. Brazilian Journal of Food Technology. 2017;20:1-11.
6. Ricardino, I. E. F., Souza, M. N. C., & da Silva Neto, I. F. Vantagens e possibilidades do reaproveitamento de resíduos agroindustriais. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. 2020;1(8):55-79.
7. Viana, L. G., & Cruz, P. S. Reaproveitamento de resíduos agroindustriais [Internet]. Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental-IV COBESA; 2016 [acesso em 25 de Jun 2021]. Disponível em: <http://cobesa.com.br/2016/download/cobesa-2016/IVCOBESA-133.pdf>
8. Amorim, E. G. Benefícios da utilização de linhaça na formulação de novos produtos e preparações. Arquivos Brasileiros de Alimentação. 2017;1(1):210-222.
9. Corrêa, R. C., Peralta, R. M., Haminiuk, C. W., Maciel, G. M., Bracht, A., & Ferreira, I. C. The past decade findings related with nutritional composition, bioactive molecules and biotechnological applications of *Passiflora* spp. (passion fruit). Trends in Food Science & Technology. 2016;58:79-95.
10. Brito, T. B. N., Pereira, A. P. A., Pastore, G. M., Moreira, R. F. A., Ferreira, M. S. L., & Fai, A. E. C. Chemical composition and physicochemical characterization for cabbage and pineapple by-products flour valorization. LWT. 2020;124:1-6.
11. Reis, L. C. R. D., Facco, E. M. P., Salvador, M., Flôres, S. H., & Rios, A. D. O. Characterization of orange passion fruit peel flour and its use as an ingredient in bakery products. *Journal of Culinary Science & Technology*. 2020;18(3):214-230.
12. Souza, A. V. C., oliveira, B. S., Hey, G. B. S., Guimarães, S. H., Balbi, M. E., & Campos, F. R. Análises química e bromatológicas de sementes e de óleo fixo de melancia (*Citrullus lanatus*, *cucurbitaceae*). Visão Acadêmica. 2019;20(1):18-28.

13. Aguiar, T. M. D., Rodrigues, F. D. S., Santos, E. R. D., & Sabaa-Srur, A. U. D. O. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. *Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr.* 2010;35(2):91-102.
14. Da Silva, J. B., Schlabit, C., Gräff, C., & de Souza, C. F. V. Biscoitos enriquecidos com farinha de semente de abóbora como fonte de fibra alimentar. *Revista destaques acadêmicos.* 2015; 7(4):174-184.
15. Santos, D., Machado, M., Araújo, A., Cardoso, R. L., & Tavares, J. Desenvolvimento de pão francês com a adição de farinha de caroço de jaca (*Artocarpus integrifolia L.*). *Enciclopédia Biosfera.* 2012;8(15):597-602.
16. Freitas, L. S., Dutra, C. S. Y., de Medeiros, M. B. O., Rodrigues, A. R. P., & Lima, D. C. N. Obtenção e caracterização físico-química de farinha do caroço de abacate para adição em bolos. *Cadernos UniFOA.* 2021;16(45):35-43.
17. Infante, J., Selani, M. M., Toledo, N. D., Silveira, M. F., Alencar, S. D., & Spoto, M. H. F. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. *Alimentos e Nutrição Araraquara.* 2013;24(1):87-91.
18. Rodrigues, C. N., Carciraghi, J. M., Franzini, C. M., de Figueiredo, C. A. C., Navarro, F. F., Fho, C. U. H. O., Baruto, A. D. M. Desenvolvimento de cookies funcionais à base de polpa de acerola (*Malpighia emarginata*). *Revista Científica da FHO| UNIARARAS.* 2017;5(2):19-24.
19. Dimenstein, R., Lira, L., Medeiros, A. C., Cunha, L. R., & Stamford, T. L. Efeito da suplementação com vitamina E sobre a concentração de alfa-tocoferol no colostro humano. *Revista Panamericana de Salud Pública.* 2011;29:399-403.
20. Bitencourt, C., Dutra, F. L. G., Pinto, V. Z., Helbig, E., Borges, L. R. Elaboração de bolos enriquecidos com semente de abóbora: avaliação química, física e sensorial. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos.* 2014;32(1):19-24.
21. Waghmare, R., Memon, N., Gat, Y., Gandhi, S., Kumar, V., & Panghal, A. Jackfruit seed: an accompaniment to functional foods. *Brazilian Journal of Food Technology.* 2019; 22:1-9.
22. Araújo, R. G., Rodriguez-Jasso, R. M., Ruiz, H. A., Govea-Salas, M., Pintado, M. E., & Aguilar, C. N. Process optimization of microwave-assisted extraction of bioactive molecules from avocado seeds. *Industrial Crops and Products.* 2020;154:1-8.
23. da Silva, V. S., Orlandelli, R. C. Desenvolvimento de alimentos funcionais nos últimos anos: uma revisão. *Revista Uningá.* 2019;56(2):182-194.
24. López-Vargas, J. H., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis var. flavicarpa*) co-products. *Food Research International.* 2013;51(2):756-763.
25. Viola, Amanda Gouvêa Wandeley. Desenvolvimento de cupcake funcional a partir da incorporação de produtos das cascas de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa*) e abóbora (*Cucurbita máxima*) [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro;2015.
26. Vidal, A. E., Pimentel, R. A., & Bernardi, D. M. Análise da composição nutricional e desenvolvimento de produtos com sementes melancia e mamão. *Fag journal of health (FJH).* 2019;3:16-17.

27. Alves, Michele Netto. Melancia: consumo consciente de alimentos. **Revista de Gastronomia**, v. 1, n. 1, 2019.
28. Medeiros, A. R. D. Estudo da composição química por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG/EM) do óleo fixo das sementes de abóbora, cuité, jaca, melancia e da casa de cuité[Bacharelado]. Cuité: Universidade Federal de Campina Grande; 2015.
29. Ressutte, J. B., Chavante, A. R., Couto, J. M. F. D. A., Belluco, C. Z., Nascimento, M. G., & Scapim, M. R. D. S. Barra de cereais de resíduo de acerola isenta de glúten. Encontro Internacional de Produção Científica;2019;11:1-8.
30. Lima, C. E.; Souza, M. C.; Penha, M. F. A. Aproveitamento integral da acerola na formulação de bolos. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de alimentos. 2016;25:1-5.
31. dos Anjos, C. N., Barros, B. H. S., Garcia, E. I., Mendes, M. L. M., & de Omena Messias, C. M. B. Desenvolvimento e aceitação de pães sem glúten com farinhas de resíduos de abóbora (*Cucurbita moschata*). Arquivos de Ciências da Saúde. 2017;24(4):58-62.
32. Nascimento, D. S., da Silva Oliveira, D., Saraiva, S. H., & Maradini Filho, A. M.. Análise sensorial e teor proteico de bolo vegano elaborado com farinha da semente de abóbora Jacarezinho (*Cucurbita moschata*). Editora Científica. 2020;1(1):135-147.
33. Landim, L. B., Bonomo, R. C. F., Reis, R. C., da Silva, N. M. C., Veloso, C. M., & Fontan, R. D. C. I. Formulação de Quibes Com Farinha de Semente de Jaca. Journal of Health Sciences. 2012;14(2):87-93.
34. dos Reis, R. Z., de Moura, E. V., & Naidoo, W. A. P. L. Qualidade microbiológica e sensorial de biscoito de farinha de semente de jaca. Mostra científica de alimentos. 2016;2:46-50.
35. Freitas, L. S., Dutra, C. S. Y., de Medeiros, M. B. O., Rodrigues, A. R. P., & Lima, D. C. N. Obtenção e caracterização físico-química de farinha do caroço de abacate para adição em bolos. Cadernos UniFOA. 2021;16(45):35-43.
36. Silva, I. G. D., Andrade, A. P. C. D., Silva, L. M. R. D., & Gomes, D. S. Elaboração e análise sensorial de biscoito tipo cookie feito a partir da farinha do caroço de abacate. Brazilian Journal of Food Technology. 2019;22:1-10.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-83>

Capítulo 83

ASPECTOS NUTRICIONAIS DA CARNE CAPRINA E SUA APLICAÇÃO EM PRODUTOS CÁRNEOS

Ana Thaís Campos de Oliveira¹; Ana Paula Ferreira de Almeida²; Fernanda Tayla de Sousa Silva³;
Everlândia Silva Moura Miranda⁴; Luana Guabiraba Mendes⁵; Antônia Lucivânia de Sousa
Monte⁶

¹Estudante do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE); E-mail: euthaiscampos.alimentos@gmail.com, ²Estudante do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE); E-mail: ana.paula.ferreira.almeida123@gmail.com, ³Estudante do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE); E-mail: tayliinhaf@gmail.com, ⁴Estudante do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE); E-mail: everlandiamoura7@yahoo.com, ⁵Docente - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE); E-mail: luanagmendes@gmail.com, ⁶Docente - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE); E-mail: lucivania@ifce.edu.br

Resumo: Por seu valor nutritivo, possuindo baixo teor de gordura saturada e calorias, além de proteínas de excelente qualidade, a carne caprina tem despertado o interesse do mercado consumidor nos últimos tempos. Assim, uma melhor forma de aproveitamento dessa carne, é através da elaboração de embutidos. Dessa forma o objetivo trabalho é analisar quais as propriedades nutritivas da carne caprina, e como ela vem sendo aproveitada na elaboração de produtos cárneos. Para isso foi realizada uma revisão integrativa da literatura utilizando bases eletrônicas de pesquisa, através das quais foi possível analisar dados de publicações que apresentavam a temática. Essa revisão ocorreu através de algumas etapas como: 1- Definição da pergunta de pesquisa; 2- Determinação dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos; 3- Seleção dos estudos; 4- coleta dos dados; 5- Análise e interpretação dos dados obtidos; 6- discussão dos resultados. Através das análises dos dados obtidos foi possível ter uma melhor compreensão sobre os benefícios de consumir carne caprina, por possuir proteínas de alto valor biológico e alta concentração de ácidos graxos insaturados. Foi possível ver também as diversas formas de produtos que estão sendo produzidos com a carne caprina como: linguiças, salsichas, mortadela e kafta.

Palavras-chave: embutidos; redução de gordura; propriedades nutricionais

INTRODUÇÃO

O consumo de carne caprina tem crescido bastante nos últimos anos, e apresenta um elevado potencial mercadológico, isso porque o seu valor nutritivo tem atraído a

atenção dos consumidores que procuram por carnes mais saudáveis (1). A carne é em si uma fonte de proteínas e gorduras na dieta humana, mas a de origem caprina se mostra mais saudável, pois possui baixo teor de gordura saturada e calorias, quando comparada a bovina (2).

Assim para haver um melhor aproveitamento dessas fontes de proteínas, produtos cárneos podem ser elaborados, para agregar ainda valor a esta carne. Alguns estudos já fazem sua utilização, elaborando carnes salgadas, defumadas, porém ainda não é o suficiente, sendo poucos produtos cárneos de caprinos encontrados, em comparação aos produtos de bovinos, suínos e aves por exemplo (3).

Dessa forma, para haver uma maior compreensão sobre as qualidades nutricionais da carne caprina e também como esta carne está sendo aproveitada na produção novos alimentos, esta pesquisa buscou através de uma revisão integrativa da literatura, trabalhos que atendessem a temática. O objetivo então desse trabalho é analisar quais as propriedades nutritivas da carne caprina, e em quais produtos cárneos ela está sendo aplicada. Para isso foi utilizando bases de pesquisas eletrônicas, através das quais foi possível analisar dados de publicações referentes ao tema.

METODOLOGIA

O estudo desenvolvido trata-se de uma revisão integrativa da literatura, que busca reunir o conhecimento científico já publicado sobre um determinado tema (4). A análise integrativa ocorre a partir do desenvolvimento de seis etapas: 1- Definição da pergunta de pesquisa; 2- Determinação dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos; 3- Seleção dos estudos; 4- coleta dos dados; 5- Análise e interpretação dos dados obtidos; 6- discussão dos resultados (5).

Assim, a pergunta norteadora do estudo foi: quais os aspectos nutricionais estão presentes na carne caprina e em quais os produtos cárneos ela está sendo utilizada? Para responder a essa questão e também garantir a validade do estudo, foram escolhidos dois termos de buscas: “goat meat” AND “nutritional aspects OR nutrients”, e “goat meat” AND “sausage OR sausage”. Todo esse levantamento foi realizado nas bases de dados: Scientific Electronic Library Online (SciELO), ScienceDirect, PubMed e Periódicos da Capes.

A pesquisa foi realizada no mês de novembro de 2020. Para seleção dos artigos foram considerados parâmetros para inclusão e exclusão onde os artigos tinham que atender a temática da pesquisa, dessa forma se não correspondessem as propostas eram excluídos; tipo de trabalho, sendo somente aceitos os que apresentassem formato de artigos científicos, assim excluídas outras formas de publicações; só foram incluídos os artigos publicados no período de 2010 a 2020 e também somente eram incluídos aqueles trabalhos que estivessem nos idiomas português, espanhol ou inglês. A partir daí filtros foram aplicados na seleção dos artigos para aprimorar a pesquisa como mostrado na figura 1. O primeiro foi a leitura dos títulos, segundo filtro aplicado foi a leitura do resumo de cada trabalho, e por último foi aplicado o terceiro filtro, realizando leitura completa dos artigos. Para as publicações incluídas na revisão integrativa, realizou-se então uma análise completa, construindo uma síntese dos dados encontrados em cada artigo, conforme mostrado no quadro 1.

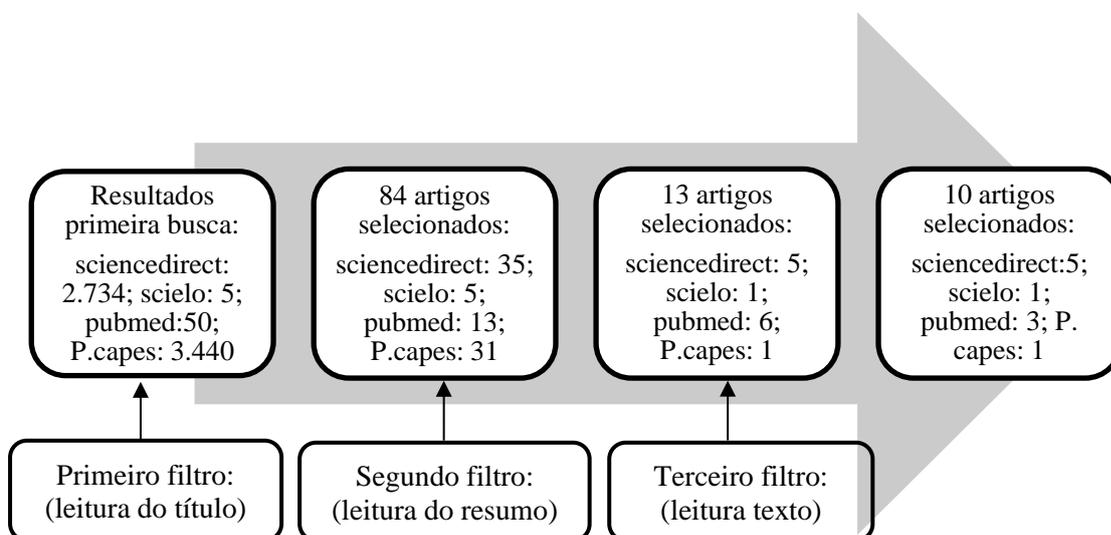


Figura 1 – Processo de seleção das publicações para análise dos artigos.
Fonte: Própria (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos estes artigos selecionados foram analisados e organizados, e assim extraídos os dados para esta pesquisa através dos objetivos, metodologia e as conclusões que os estudos propunham, conforme pode ser visto no quadro 1.

Quadro 1. Análise dos artigos selecionados para o estudo.

ID	Autor / ano	Objetivos	Metodologia	Conclusão
A1	Machado et al., 2019	Determinar os teores de lipídios totais e a composição de ácidos graxos de filé e de pernil de cabritos comercializados na cidade de Salvador.	Amostras de filé e pernil de supermercados foram analisados três lotes diferentes com determinações de lipídios totais, composição de ácidos graxos. e análise cromatográfica de ésteres metílicos de ácidos graxos.	As amostras de filé apresentaram menor teor de lipídios totais do que o pernil. O teor de lipídios totais no filé comparados a outras espécies de outros estudos foi menor. Vinte e sete ácidos graxos foram identificados nas amostras de filé e vinte e seis ácidos graxos na amostra de pernil, sendo as maiores proporções de palmítico (C16: 0), esteárico (C18: 0) e oleico.
A2	Longobardi et al., 2012	Realizar a caracterização físico-química de amostras de cabritos da raça Germânica por métodos diferentes.	Amostras de carne de cabrito da raça Germânica autóctone foram analisados por meio de espectrômetro de emissão atômica, cromatografia iônica de alto desempenho e cromatografia gasosa.	O teor de gordura foi em média de 2,98%, o teor médio de proteína encontrado (18,9%). Os principais ácidos graxos saturados identificados foram ácido palmítico (C16: 0) e ácido esteárico (C18: 0), enquanto o ácido oleico (C18: 1) foi o principal ácido graxo insaturado. Ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) consistia principalmente em ácido linoléico (C18: 2), ácido linolênico (C18: 3) e ácido araquidônico (C20: 4).
A3	Nediani et al., 2017	Produzir embutidos fermentados artesanais caprinos, avaliar sua qualidade e segurança.	A linguiça foi preparada usando duas formulações diferentes, (A) contendo somente carne caprina e outra a (B) mistura de carne caprina e suína. Foram realizadas determinações microbiológicas, de pH, atividade de água, cor, isolamento.	Foi evidenciado adequada qualidade físico-química e microbiológica dos produtos finais. Os produtos elaborados exclusivamente com carne caprina apresentaram cor mais escura. Todas as cepas apresentaram boas características em todas análises realizadas de <i>L. sakei</i> .
A4	Do Amaral et al., 2016	Produzir uma linguiça fresca com baixo teor de gordura, avaliando a inclusão de quitosana na qualidade, estabilidade e prazo de validade.	Linguiças contendo 2% de quitosana foram formuladas com diferentes níveis de gordura (5%, 12,5% e 20%, p / p) e armazenadas a 4 ° C por 15 dias, para avaliação dos parâmetros microbiológicos e físico-químicos.	O uso de quitosana na fabricação de linguiça fresca de cabra mostrou ser uma boa preservação da qualidade e extensão da vida de prateleira do produto, que pode ser observada por meio da redução significativa do crescimento microbiano e da oxidação lipídica nos embutidos com adição de quitosana quando comparados aos controles.

ID	Autor / ano	Objetivos	Metodologia	Conclusão
A5	Paulos et al., 2015	Caracterizar sensorialmente linguiças frescas de carne caprina,	A linguiça foi preparada com adição de 75% a 80% de cabra ou ovelha, misturada e picada com 15% a 20% de gordura de porco, sendo adicionados também ingredientes e páprica em parte das formulações. Para a análise sensorial, um painel de degustação foi elaborado usando o método descritivo quantitativo.	Os provadores foram capazes de distinguir a diferença entre linguiças das 2 espécies e diferentes formulações. As salsichas de cabra foram definidas como mais dura e mais fibrosa. Linguiças com páprica foram avaliadas como tendo uma maior intensidade de odor e doçura. Em relação ao painel de consumidores, foi possível perceber que não há diferença significativa na preferência por qualquer uma das linguiças frescas.
A6	Malekian et al., 2014	Formular uma salsicha de carne caprina incorporando quantidades variáveis de farelo de arroz estabilizado à formulação.	As porcentagens de adição do farelo de arroz nas salsichas foram: 0%, 1,5% e 3%. Foi realizada a determinação de lipídios e determinação de ácidos graxos, proteína, cinzas, umidade, colesterol e o α -tocoferol por cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) e a atividade antioxidante por medida por DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil).	O conteúdo de gordura aumentou linearmente em resposta ao aumento das porcentagens de farelo de arroz. As cinzas de salsichas cozidas diminuíram linearmente. Não houve efeito significativo no teor de proteína e carboidratos, a adição de 3% de farelo de arroz apresentou maior concentração de α -tocoferol, atividade antioxidante, maior proporção total de ω 3 / ω 6, e teor total de ácidos graxos.
A7	Do Amaral et al., 2020	Adicionar quitosana e complexo de quitosana-glicose em linguiça de caprina com baixo teor de gordura, e estabelecer o efeito sobre a qualidade, e prazo de validade.	Três ensaios foram realizados, variando o tipo de quitosana, como Quitosana de Baixo Peso Molecular (LMWC) e um derivado, o complexo de quitosana, e uma formulação controle sem quitosana. Realizada análises microbiológicas, composição centesimal e pH para amostras cruas perfil de textura (TPA) e análise sensorial através da análise descritiva quantitativa (ADQ).	A adição de quitosana resultou em efeito antimicrobiano. Já para os parâmetros físico-químicos, a adição promoveu uma leve diminuição no teor de umidade, aumentou o teor de proteína, gordura e cinzas, sendo mais afetados pelo tempo de armazenamento. O valor de pH aumentou. Em geral, todos os atributos apresentaram boa aceitação. Em relação à textura, apresentaram maior maciez e suculência.

ID	Autor / ano	Objetivos	Metodologia	Conclusão
A8	Guerra et al., 2011	Desenvolver uma mortadela caprina, a partir de carne de animais descartados.	A mortadela foi produzida com 3 formulações: (90% carne caprina e 10% gordura de porco); (80% carne caprina e 20% gordura de porco); (70% carne caprina e 30% gordura de porco). Foi realizada a caracterização físico-química e microbiológica, também análise sensorial e avaliando a aceitabilidade e intenção de compra.	O produto mostrou excelente qualidade microbiológica e físico-química, atendendo aos padrões da legislação, exceto umidade. Os teores de amido, pH, atividade de água e intensidade de vermelhidão não foram significativos. As formulações foram aceitas sensorialmente. A mortadela caprina, à qual foi adicionado 10% de gordura, foi a preferida dos consumidores.
A9	Barbosa et al., 2017	Elaborar uma kafta e avaliar o efeito de substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio.	Três formulações foram processadas: T1 (3,0% NaCl e 0,0% KCl); T2 (2,25% NaCl e 0,75% KCl) e T3 (1,5% NaCl e 1,5% KCl). Foi determinada umidade, proteína, sódio potássio, lipídios, atividade de água, pH, retenção de água, cor, força de cisalhamento e oxidação lipídica.	Não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos da kafta para umidade, proteína, teor de lipídios e capacidade de retenção de água. Assim a adição de 25% de KCl nas formulações de kafta promovem pequenas alterações em seus parâmetros físico-químicos, causando uma diminuição nos valores de oxidação lipídica (TBARS).
A10	Leite et al., 2015	Realizar a caracterização a composição físico-química de linguiça e estudar o efeito da adição de diferentes níveis de adição de gordura de porco.	Foram preparadas duas formulações com dois níveis de toucinho (10% e 30%). Um lote controle sem gordura de porco também foi fabricado. Foram realizadas análises de pH, atividade de água, composição centesimal e de ácidos graxos. Avaliação sensorial das foi realizada por um painel de consumidores sem treinamento.	A atividade de água, apresentou valores mais baixos em comparação ao controle, nas linguiças caprinas com concentração de 30% de gordura. Em contrapartida essa porcentagem de gordura aumentou os valores de pH. As linguiças com 10 e 30% de toucinho apresentaram teor de umidade e cinzas mais baixo. A adição de gordura de porco modificou o perfil de ácidos graxos totais, com um aumento acentuado nos ácidos oleico e linoleico. As linguiças com maior adição de gordura obtiveram melhor aceitação.

- CARNE CAPRINA

No artigo 1 como pode ser visto, o principal ponto abordado foi como o teor de lipídios totais dos cortes escolhidos, que no caso foram filé e pernil, são baixos, principalmente quando comparadas a outras carnes. Isso porque, como afirmam Machado et. (2), a carne é considerada magra, devido ao seu baixo teor gordura saturada e calorias em relação à carne ovina e bovina, suína. No artigo 2, foi realizada a caracterização físico-química detalhada da carne de cabrito Germânica, para identificar os benefícios nutricionais. Neste estudo Longobardi et al. (6) mostram que por ser uma carne com baixo teor de gordura e também um elevado valor proteico, ela é um alimento mais saudável.

Em ambos os trabalhos foi possível identificar os benefícios do consumo da carne caprina, isso porque diversos nutrientes foram encontrados, como no artigo 1 onde Machado et. (2), identificaram vinte e sete ácidos graxos nas amostras de filé e vinte e seis ácidos graxos nas amostras de pernil, sendo as maiores proporções de palmítico, esteárico e oleico. Resultados semelhantes aos encontrados por Longobardi et al. (6) no artigo 2, onde encontrou valores bem consideráveis de ácidos graxos cerca de 62,76%, com uma porcentagem maior de ácido esteárico, palmítico e também oleico.

Diante de todos esses benefícios o público consumidor tem se despertado e passado a consumir mais carne caprina, e esses números crescem a cada dia, justamente por essas propriedades nutricionais, pois com baixo teor de gordura, boas quantidades de proteína e ferro, a carne caprina é estabelecida como uma carne magra e com boa qualidade nutricional (2).

Outro ponto comum entre ambos os estudos é a idade dos animais abatidos para obtenção das carnes, sendo todos jovens. No artigo 2 por exemplo foi utilizado animais com 40-50 dias, isso porque animais mais jovens tem melhor aceitação para consumo. Essa predileção do mercado consumidor para consumo direto de animais mais jovens, é devido as suas propriedades sensoriais, pois a carne é mais macia, succulenta, e possuem sabor e odor menos intensos (2). Além disso outro ponto positivo para o consumo de animais mais jovens é que dispõem de pouca gordura intramuscular, o que é algo positivo para quem se preocupa com a saúde, principalmente diante do mercado consumidor de hoje que é bem exigente (6).

- PRODUTOS CÁRNEOS A BASE DE CARNE CAPRINA

Por meio das análises dos artigos, é possível ver a diversidade de produtos que podem ser produzidos a partir da carne caprina, como linguiças frescas, linguiças fermentadas, salsichas e mortadelas. No artigo 3 por exemplo, Nediani et al. (7), elaboraram uma linguiça caprina fermentada artesanal, utilizando uma cultura starter com base na microbiota indígena e obtiveram excelentes resultados.

Na maioria dos trabalhos a carne caprina foi aproveitada para elaboração de linguiças frescas, 3 artigos ao todo, o A4, A5, A7. No artigo 4, Amaral et al. (8), desenvolveram uma linguiça frescal, com adição de quitosana e redução de gordura, obtiveram bons resultados, assim como no artigo 7, onde novamente Amaral et al. (9) utilizaram a quitosana na elaboração de uma linguiça. Nesse artigo foi verificado efeito antimicrobiano da quitosana e também da quitosana derivada, podendo ambas serem usadas de forma eficaz para estender a vida útil de linguiças caprinas frescas armazenada

sob condições de frio. No artigo 5, Paulos et al. (10) elaboraram uma linguiça frescal com carne de animais velhos, e avaliaram sensorialmente, e os resultados foram positivos, obtendo boa aceitação. No artigo 10 também foi produzida uma linguiça, mas do tipo portuguesa, em que Leite et al. (11) tentaram agregar valor à carne de animais mais velhos.

No artigo 6, Malekian et al. (12), produziram uma salsicha com adição de farelo de arroz, já no artigo 8, Guerra et al. (13), elaboraram uma mortadela. No artigo 9, uma kafta mais saudável foi produzida por Barbosa et al. (3), onde reduziram o teor de cloreto de sódio, substituindo por cloreto de potássio.

Um outro fato interessante de se observar ao analisar os artigos, é a idade dos animais que são utilizados em grande parte dos estudos, que sendo de mais idade. Isso ocorre porque a qualidade da carne caprina está diretamente ligada as suas características de sabor, odor, maciez, suculência, e animais mais adultos, tem a carne mais dura, odor e sabor desagradável, então para serem melhor aceitos, uma das saídas é o aproveitamento elaborando produtos cárneos (10).

Dessa forma, boa parte dos trabalhos aqui analisados tentaram agregar valor à carne caprina de animais mais velhos considerados de descarte. O artigo 5, a idade dos animais utilizados eram de 5 a 7 anos, no artigo 6, animais entre de 1 a 3 anos, no artigo 8, foram usados animais com 3 anos e no artigo 10, animais com idade entre 5 a 7 anos. E em todos os trabalhos foram desenvolvidos embutidos com excelentes características sensoriais, sendo bem aceitos. Dessa forma através desses trabalhos houve o aproveitamento e conseqüentemente um melhor uso dessas fontes de carne.

Assim, diversos são os benefícios em consumir embutidos caprinos, principalmente pelo aspecto nutritivo. A carne caprina é conhecida pelo seu excelente valor nutricional, sendo uma importante fonte de proteína estabelecida como de alta qualidade, alto valor biológico, com 97% de digestibilidade. Seus derivados alimentares são dessa forma, uma alternativa muito boa para o desenvolvimento de novos produtos direcionados a consumidores preocupados com a saúde.

Em relação aos aspectos sensoriais de cada produto, os resultados foram diversos. No artigo 3, Nediani et al. (7) mostraram que na linguiça fermentada de carne caprina, a cor ficou mais evidenciável, escurecendo com o passar do tempo. Isso porque a concentração de pigmentos é maior na carne caprina que na suína, e também devido a oxidação lipídica. Já no artigo 4, Do Amaral et al. (8), na elaboração da linguiça frescal foi observado melhora na cor vermelha e também na textura. No artigo 5, Paulos et al. (10), na elaboração de uma linguiça frescal linguiça caprina, foi considerada mais dura e mais fibrosa, porém obteve boa aceitação por parte dos avaliadores. No artigo 6, Malekian et al. (12), na elaboração de uma salsicha, o estudo não mostrou nenhum aspecto sensorial, mas somente nutricional, que foi positivo. No artigo 7 Amaral et al. (9), a carne não afetou negativamente os atributos sensoriais da linguiça desenvolvida. No artigo 8 Guerra et al. (13), todas as formulações elaboradas foram bem aceitas pelos consumidores, com bons valores para todos os parâmetros avaliados, mas a mais aceita foi a que apresentou a menor adição de gordura. No artigo 9, Barbosa et al. (3), na elaboração da kafta de carne caprina, foi possível observar que a redução do teor de sódio trouxe um impacto na cor das amostras, onde houve uma significativa diminuição nos valores da luminosidade. No artigo 10, Leite et al. (11), no geral as linguiças de cabra

fabricados com maior teor de gordura apresentaram as maiores pontuações de aceitação pelos avaliadores.

Vários são os fatores que agem sobre a qualidade da carne caprina e por consequência os seus atributos sensoriais, desde intrínseco, como espécie, raça, sexo e idade, e extrínsecos, como a nutrição, meio ambiente e manejo pré e pós abate. Tudo isso afeta na estrutura muscular e bioquímica do músculo post-mortem, e vão interferir diretamente nos atributos sensoriais e tecnológicos da carne (2).

CONCLUSÕES

Por meio desta revisão foi possível analisar diversos artigos, e assim melhor compreender os benefícios de se consumir carne caprina, por suas propriedades nutricionais, devido ao seu baixo teor de gordura, alto teor de ácidos graxos insaturados e ser composta por proteínas de alto valor biológico. Também foi possível identificar as diversas formas de aplicação da carne caprina na produção de novos produtos, que vão desde linguiças, mortadela, salsichas e kaftas, bem como a influência positiva que a carne trouxe para os respectivos alimentos, em relação as características, físico-químicas, sensoriais e tecnológicas. Os derivados caprinos têm um grande potencial mercadológico e são uma excelente alternativa para aqueles consumidores que buscam alimentos mais saudáveis.

Dessa forma, foi possível realizar as análises dos artigos aqui citados, avaliando, identificando e interpretando dados de maneira imparcial, obtendo-se resultados válidos.

REFERÊNCIAS

1. Madruga MS, Bressan MC. Goat meats: Description, rational use, certification, processing and technological developments. *Small Ruminant Research*. 2011;98: 39 – 45.
2. Machado BAS, Gomes IS, Nunes CDSO, Andrade GDQ, Nery TBR, Reis JHDO et al. Lipid content and fatty acids compositions in commercial cuts of young goat meat. *Ciência Rural*, 2019; 49:1 – 8.
3. Barbosa PT, Santos IC, Ferreira VC, Fragoso SP, Araújo ÍB, Costa AC. Physicochemical properties of low sodium goat kafta. *LWT-Food Science and Technology*. 2017; 76 314 – 319.
4. Carvalho APDLS. Importância da alimentação para melhorias na aprendizagem de crianças em unidades públicas de ensino: revisão integrativa. *Revista Somma*. 2017; 2: 74 – 83.
5. Busato MA, Ferigollo MC. Desperdício de alimentos em unidades de alimentação e nutrição: uma revisão integrativa da literatura. *Holos*. 2018;1: 91 – 102.

6. Longobardi F, Sacco D, Casiello G, Ventrella A, Contessa A, Sacco A. Garganica kid goat meat: Physico-chemical characterization and nutritional impacts. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2012; 28: 107 – 113.
7. Nediani MT, García L, Saavedra L, Martínez S, Lopez Alzogaray S, Fadda S. Adding value to goat meat: biochemical and technological characterization of autochthonous lactic acid bacteria to achieve high-quality fermented sausages. *Microorganisms*. 2017; 5: 1 – 17.
8. Amaral DS, Cardelle-Cobas A, Nascimento BM, Madruga MS, Pintado MME. Goat sausages containing chitosan towards a healthier product: microbiological, physico-chemical textural evaluation. *Food & function*. 2016; 7: 4020 – 4029.
9. Amaral DSD, Cardelle-Cobas A, Dias CDCQ, Lima DAS, Pereira SDF, Arcanjo NMDO et al. Low fat goat meat sausage with chitosan-glucose Maillard reaction product: impact on quality and shelf life. *Food Science and Technology*. 2020; 40: 132 – 139.
10. Paulos K, Rodrigue S, Oliveira AF, Leite A, Pereira E, Teixeira A. Sensory characterization and consumer preference mapping of fresh sausages manufactured with goat and sheep meat. *Journal of food Science*. 2015; 80: 1568 – 1573.
11. Leite, A., Rodrigues, S., Pereira, E., Paulos, K., Oliveira, A. F., Lorenzo, J. M., & Teixeira, A. (2015). Physicochemical properties, fatty acid profile and sensory characteristics of sheep and goat meat sausages manufactured with different pork fat levels. *Meat science*, 105, 114 – 120.
12. Malekian F, Khachatryan M, Gebrelul S, Henson J F. Composition and fatty acid profile of goat meat sausages with added rice bran. *International journal of food Science*. 2014; 2014:1 – 8.
13. Guerra ICD, Félex SSS, Meireles BRLM, Dalmás PS, Moreira RT, Honório VG et al. Evaluation of goat mortadella prepared with different levels of fat and goat meat from discarded animals. *Small Ruminant Research*. 2011; 98: 59 – 63.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-84>

Capítulo 84

COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE GELEIAS DE MELANCIA COM PIMENTA

Giovanni Aleixo Batista¹; Débora Lima Guedes²; Adrise Aparecida Rodrigues³; Jéssica Souza Ribeiro⁴

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – IFSULDEMINAS; E-mail: giovanni.aleixo@alunos.ifsuldeminas.edu.br; ² Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFLA; E-mail: deboralg@hotmail.com; ³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFLA; E-mail: adrise_rodrigues@yahoo.com

⁴Docente/pesquisadora – CETENS – UFRB; E-mail: jsribeiro.nutri@gmail.com

Resumo: O conhecimento do comportamento reológico de geleias fornece informações que auxiliam a indústria de alimentos no dimensionamento do processo e equipamentos para o seu processamento. O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento reológico de geleias de melancia com pimenta dedo-de-moça, utilizando diferentes concentrações de sacarose e adição de maltodextrina nas formulações. As diferentes formulações de geleias foram obtidas pela cocção dos ingredientes até atingirem um teor de sólidos solúveis de 65 °Brix. As medidas experimentais foram realizadas em um viscosímetro rotacional com cilindros concêntricos, a 25°C. O modelo de Herschel-Bulkley apresentou ajuste significativo aos dados ($p < 0,05$) com $R^2 > 0,9460$. Ambos os tratamentos apresentaram comportamento pseudoplástico e a formulação contendo maior concentração de polpa de melancia, menor concentração de sacarose e adicionada de maltodextrina apresentou valores superiores de viscosidade aparente e índice de consistência. Conclui-se que a presença de maltodextrina, bem como a concentração dos ingredientes, possui influência nas características reológicas de geleias.

Palavras-chave: produto de origem vegetal; reologia; viscosidade

INTRODUÇÃO

O consumo de frutas é essencial para a saúde humana, uma vez que apresentam nutrientes, vitaminas e compostos bioativos que atuam como sequestradores de radicais livres e quelantes de metais catalisadores de reações de geração de espécies reativas de oxigênio (1). No Brasil, uma grande parcela das frutas produzidas é destinada ao consumo in natura, porém o consumo direto apresenta uma limitação devido a rápida perda da qualidade sensorial após a colheita, ocasionando uma ascensão na transformação em produtos para o mercado (2). O processamento pós-colheita para obtenção de geleias é

uma alternativa viável para o aproveitamento das frutas e é considerado um dos processos mais antigos utilizado na conservação dos alimentos vegetais (3)

A melancia (*Citrullus lanatus*), originária do continente africano (4), é uma boa fonte de vitaminas e minerais (potássio, magnésio, cálcio e ferro), apresenta alto teor de aminoácidos (citrulina e arginina), além de ser rica em compostos com propriedades antioxidantes como flavonoides, vitamina C e licopeno - carotenoide responsável pela coloração avermelhada na fruta (5, 6). O consumo desta fruta é associado como benéfico ao tratamento de diabetes mellitus, cálculos renais e hidropisia, à redução da pressão arterial e à prevenção de doenças degenerativas (7, 8).

A pimenta dedo de moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) possui interessante valor nutricional, uma vez que apresenta compostos antioxidantes (fenóis e flavonoides) e possui uma substância denominada capsaicina, que é responsável pela ardência e picância e é rica em vitaminas A, B1, B2, B3, C e E. Além de ser um produto com gosto peculiar e estimular as funções digestivas, a pimenta ainda apresenta propriedades analgésicas, energéticas e anti-inflamatórias (9).

As pimentas estão sendo utilizadas em combinação com diversas frutas para o desenvolvimento de novas formulações de geleias, uma vez que conferem sabor agrícolo ao produto final. Souza et al., 2021 (10) ao avaliarem a qualidade sensorial de geleia de abacaxi com diferentes concentrações de pimenta obtiveram índice de aceitação entre 80,17 e 90,26 %.

Resosemito et al., 2020 (11) desenvolveram três formulações de geleias de maracujá com pimenta malagueta, avaliando diferentes concentrações de suco de maracujá integral para a mesma concentração de pimenta e ao realizarem a análise sensorial, encontraram para a formulação com maior concentração de suco de maracujá as respectivas notas para os atributos (7,4) sabor, (7,0) aparência, (6,9) cor e (7,2) odor e textura.

Os estudos do comportamento reológico de geleias são indispensáveis para o projeto e dimensionamento de processos e equipamentos, tais como bombeamento, transporte em tubulações, entre outros (12).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros reológicos de geleias de melancia com pimenta, com diferentes concentrações de sacarose nas formulações e adição de maltodextrina.

MATERIAL E MÉTODOS

Elaboração das formulações de geleias de melancia com pimenta

O processamento das geleias foi realizado na Planta Piloto de Produtos Vegetais do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras - DCA/UFLA. As formulações das geleias produzidas são mostradas na Tabela 1.

Tabela 14 – Formulações das geleias de melancia com pimenta dedo-de-moça

Ingredientes (%)	Formulações	
	1	2
Melancia	65,00	74,00
Sacarose	33,00	22,00
Pimenta	1,00	1,00

Pectina	1,00	1,00
Maltodextrina	0,00	2,00

Para a preparação das formulações, os hidrocolóides (pectina ou pectina + maltodextrina) foram previamente dissolvidos em sacarose na proporção 1:5 (polissacarídeo: açúcar m/m) e 100 mL de polpa aquecida sob alta agitação. Em seguida, essa mistura foi adicionada a um tacho aberto de aço inoxidável contendo o restante dos ingredientes da formulação quando os mesmos atingiram temperatura de 70 °C (13). As diferentes formulações de geleias permaneceram sob aquecimento até atingirem um teor de sólidos solúveis de 65 °Brix, medido em refratômetro. Após término do processo de cocção, as geleias foram envasadas, resfriadas e armazenadas a 20 °C até o momento das análises (14).

Comportamento reológico

O estudo do comportamento reológico das geleias de melancia com pimenta dedo-de-moça foi realizado utilizando um viscosímetro rotacional com cilindros concêntricos (Brookfield, DV III Ultra, Brookfield Engineering Laboratories, Stoughton, USA), acoplado a um banho termostático (Brookfield Engineering Laboratories - Model EX 200) para estabilização de temperatura da amostra. Os experimentos foram realizados a 25 °C, utilizando um adaptador para pequenas amostras 13R/RP (19,05 mm de diâmetro e profundidade de 64,77 mm) e o sensor de cisalhamento coaxial SC4-25 (4,78 mm de diâmetro e 17,70 mm de comprimento).

Para eliminar a tixotropia (a influência do tempo no comportamento do fluxo), cada amostra foi submetida a uma taxa de cisalhamento contínuo por 2 min. Após este procedimento, as curvas de fluxo foram geradas pelo aumento linear da taxa de deformação de 3,3 a 19,8 s⁻¹ nos primeiros minutos (curva ascendente) e retornou para 3,3 s⁻¹ nos minutos seguintes (curva descendente).

O modelo de Herschel-Bulkley (equação 1) foi ajustado aos dados experimentais para determinação do perfil de escoamento dos fluidos. O ajuste do modelo foi realizado pelo pacote estatístico Statistical Analysis System 9.1.2 (SAS Institute Inc., Cary, U.S.A., 2008). Os testes foram conduzidos em 3 repetições para cada formulação.

$$\tau = \tau_0 + K\dot{\gamma}^n \quad (1)$$

em que τ é a tensão de cisalhamento (Pa), τ_0 é a tensão de cisalhamento inicial (Pa), K é o índice de consistência (Pa·sⁿ), $\dot{\gamma}$ é a taxa de deformação (s⁻¹) e n é o índice de comportamento do fluido (adimensional).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os valores dos parâmetros reológicos obtidos de acordo com o modelo de Herschel-Bulkley para todas as geleias produzidas, através do ajuste do modelo aos dados experimentais.

Tabela 2 – Parâmetros de ajuste do modelo de Herschel-Bulkley para as geleias produzidas.

Parâmetros	Modelo Herschel-Bulkley	
	Formulação 1	Formulação 2
τ_0 (Pa)	3,0467	-6,3900

K (Pa·s ⁿ)	7,2503	29,1047
n (-)	0,7000	0,4000
pvalor	<0,0001	<0,0001
R^2	0,9847	0,9460

Observa-se pela Tabela 2 que o ajuste do modelo de Herschel-Bulkley aos dados experimentais de todas as formulações foi significativo ($p < 0,05$), apresentando $R^2 > 0,9460$. A Formulações 1 (geleia convencional) apresentou maiores valores para a tensão de cisalhamento inicial (τ_0) e menores para o índice de consistência (K), quando comparadas com a formulação 2.

A tensão de cisalhamento inicial (τ_0) representa a mínima tensão necessária para iniciar o escoamento do fluido. Sendo assim, o valor negativo (-6,3900) da formulação 2 indica que a amostra não necessita de uma tensão inicial para começar o escoamento nas concentrações e temperatura testadas (15).

A adição de maltodextrina no meio provavelmente favoreceu as interações intermoleculares ou o emaranhamento das cadeias de polissacarídeos, o que levou ao aumento nos valores do índice de consistência (K). Comportamento semelhante foi observado por Gajo et al., (2017) que verificou um aumento do índice de consistência em picolés adicionados de hidrocolóides, comparado com amostra controle (16).

Todas as formulações de geleias apresentaram caráter pseudoplástico ($n < 1,0$), obtendo-se o menor valor para a Formulação 2 que apresenta a maior quantidade de polpa de melancia, com redução de açúcar e adição de maltodextrina. Este comportamento pode ser observado por meio da relação não linear entre a tensão de cisalhamento e taxa de deformação (Figura 1), assim como para o decaimento da viscosidade aparente com o aumento da taxa de deformação (Figura 2).

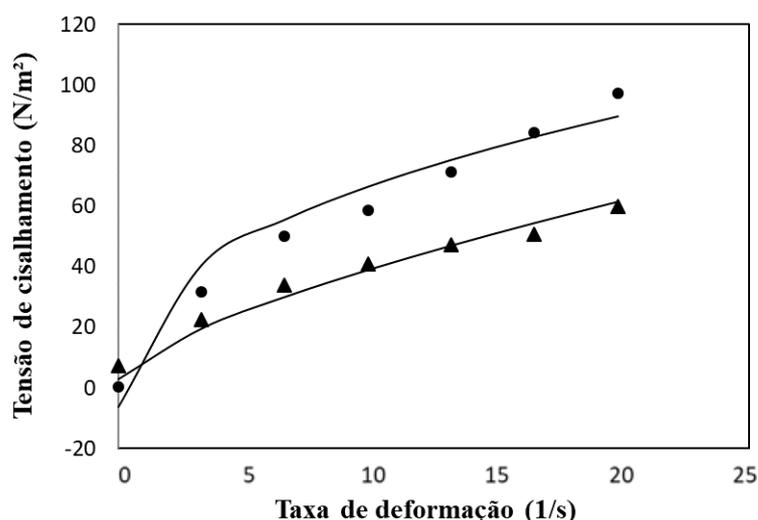


Figura 15 – Curvas de fluxo, tensão de cisalhamento *versus* taxa de deformação, das geleias produzidas: Formulação 1 (▲); Formulação 2 (●); Herschel Bulkley (—)

A viscosidade aparente das amostras de geleias de melancia com pimenta dedo-de-moça diminuiu com o aumento da taxa de deformação, caracterizando um fluido não-newtoniano com comportamento pseudoplástico (Figura 2). O ajuste dos dados experimentais ao modelo para obtenção das curvas de viscosidade aparente *versus* taxa

de deformação apresentou valores de R^2 de 0,9952 para a formulação 1 e 0,9857 para a formulação 2.

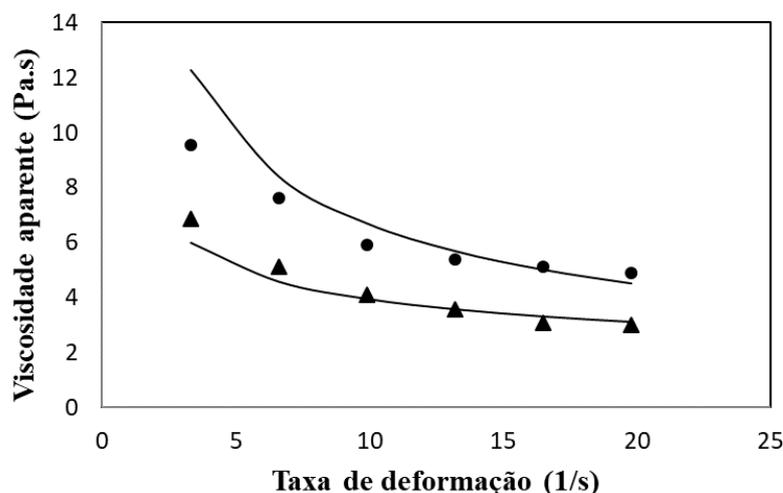


Figura 2 – Curvas de decaimento da viscosidade aparente *versus* taxa de deformação, das geleias produzidas: Formulação 1 (▲); Formulação 2 (●); Herschel Bulkley (—)

A amostra com maior quantidade de polpa de melancia, com redução de açúcar e adição de maltodextrina apresentou maior viscosidade aparente ($p < 0,05$) quando comparada com a formulação convencional. A presença de hidrocolóides em solução provoca o aumento da viscosidade do meio devido à sua alta capacidade de retenção de água (16).

Feitosa et al. (2018) encontraram resultados semelhantes no comportamento reológico da polpa de murta com maltodextrina, ao adicionar a maltodextrina na polpa diluída, ocorreu o aumento da viscosidade aparente da formulação (17).

CONCLUSÕES

As geleias de melancia e dedo-de-moça produzidas apresentaram comportamento reológico pseudoplástico. Observou-se que a formulação contendo maior concentração de polpa de melancia, menor concentração de sacarose e adicionada de maltodextrina apresentou valores superiores de viscosidade aparente e índice de consistência. Logo, conclui-se que a presença de maltodextrina, bem como a concentração dos ingredientes, possui influência nas características reológicas de geleias.

REFERÊNCIAS

1. Rodrigues IC. Estudo do processamento de geleia de melancia enriquecida com extratos de jabuticaba e extrato de semente de chia: características físico-química e potencial antioxidante [dissertação]. Goiânia: Escola de Agronomia da UFG; 2020.
2. Almeida EL, Lima LC, Borges VTN, Martins RN, Batalini C. Preparation of liquor tangerine peel (*Citrus reticulata* blanco) ponkan variety, with different concentrations of peel and processing times. *Alim. Nutr.* 2012;23:259-265.
3. Figueroa LE, Genovese, DB. Fruit jellies enriched with dietary fibre:

- Development and characterization of a novel functional food product. *LWT - Food Science and Technology*. 2019;111:423-428.
4. Abu-Reidah IM, Arráez-Román D, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez. Profiling of phenolic and other polar constituents from hydro-methanolic extract of watermelon (*Citrullus lanatus*) by means of accurate-mass spectrometry (HPLC–ESI–QTOF–MS). *Food Research International*. 2013;51:354–362.
 5. Rawson A, Tiwari BK, Patras A, Brunton N, Brennan C, Cullen PJ, O'DONNELL C. Effect of thermosonication on bioactive compounds in watermelon juice. *Food Research International*. 2011;44:1168–1173.
 6. Oms-Oliu G, Odriozola-Serrano I, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O. Stability of health-related compounds in plant foods through the application of non thermal. *Trends in Food Science and Technology*. 2012;23:111-123.
 7. Figueroa A, Sanchez-Gonzalez MA, Wong A, Arjmandi BH. Watermelon extract supplementation reduces ankle blood pressure and carotid augmentation index in obese adults with prehypertension or hypertension. *American Journal of Hypertension*. 2012;25:640–643.
 8. Ali MM, Hashim N, Bejo SK, Shamsudin R. Rapid and nondestructive techniques for internal and external quality evaluation of watermelons: A review. *Scientia Horticulturae*. 2017;225:689–699.
 9. Barduzzi JF. Extração e quantificação da capsaicina em pimenta dedo- de- moça [monografia]. Assis: Fundação Educacional do Município de Assis; 2011.
 10. Souza RC, Cruz DRC, Araújo MDA, De Lima LC, dos Santos MRL. Qualidade microbiológica, sensorial e físico-química de geleia de abacaxi com diferentes concentrações de pimenta. *Res., Soc. Dev.* 2021;10:1–7.
 11. Resosemito FS, Xavier TAL, de Oliveira Sousa IV, Rojas MOAI, da Silva Ferreira FDC, dos Santos Bezerra MDS, Ferreira DS, Kasantaroeno KGA. Aproveitamento da casca de maracujá na elaboração de geléia de maracujá com pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*): formulação, preparação, caracterização físico-química e avaliação sensorial. *BJD*. 2020;6:68617-68623.
 12. Barz A, Gonçalves CA, Explugas S. Rheology of clarified passion fruit juices. *Fruit Processing*. 1996;6:330–333.
 13. Lopes RLT. Fabricação de geleias [Internet]. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; 2007 [acesso em 10 Nov 2021]. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/ODc=>
 14. Pereira PAP. Elaboração de geleia utilizando resíduo do processamento de goiaba (*Psidium guajava* L.) [dissertação]. Lavras: Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA; 2009.

15. Carneiro ADG, SILVA L, ABREU D, Costa EDA, SOARES D, BARBOSA LC, Sousa PHM, Figueiredo RD. Avaliação da rotulagem, caracterização química, físico-química e reológica de néctares de uva comercializados na cidade de Fortaleza–CE. *Alim. Nutr.* 2013;24:241–249.
16. Gajo AA, Resende JV, Costa FF, Pereira CG, Lima RR, Antonialli F, Abreu LR. Effect of hydrocolloids blends on frozen dessert “popsicles” made with whey concentrated. *LWT-Food Sci Technol.* 2017;75:473–480.
17. Feitosa RM, de Figueirêdo RMF, de Melo Queiroz AJ, de Oliveira ENA. Comportamento reológico da polpa de murta com maltodextrina. *Revista Engenharia na Agricultura.* 2018;26: 391–398.

<https://doi.org/10.53934/9786599539657-85>

Capítulo 85

ESTUDO DE REVISÃO EM MÉTODOS DE ANÁLISE PARA REDUÇÃO DOS CARBOIDRATOS

Adriana Akemi Takahara¹; Cristiane Bonaldi Cano²;

¹Estudante do Curso de Especialização em Vigilância Laboratorial em Saúde Pública - IAL – CEFOR/SUS/SES; E-mail: adriana_takahara@hotmail.com ²Docente/pesquisador do Núcleo de Química Física e Sensorial – CALI – IAL. E-mail: cristiane.bonaldi@ial.sp.gov.br .

Resumo: Nota-se um aumento na ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) nos últimos anos. Sedentarismo, alimentação inadequada, tabagismo e uso nocivo do álcool são fatores que contribuem para esta ascendência. Este fator está relacionado com o alto consumo de produtos ultra processados. Tendo em vista este panorama, diversas ações de promoção à saúde e alimentação saudável estão sendo realizadas, dentre elas, a redução de açúcar em cinco categorias de alimentos: bebidas açucaradas, biscoitos, bolos e misturas, achocolatados em pó e produtos lácteos. Por isso, os laboratórios da Vigilância Sanitária deverão realizar o monitoramento dessas cinco categorias de alimentos. Para isso, é necessário desenvolver novas metodologias de análise, visto que são matrizes diferentes e que é ampla a quantidade de substitutos existentes para a sacarose. O objetivo do trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico de metodologias de análise existentes para os mono e dissacarídeos, açúcares do álcool e fibras solúveis. Os resultados desta revisão sugerem que a redução do açúcar poderá ser feita através de uma reformulação nos produtos ultra processados com vários tipos de carboidratos. Foram encontrados estudos que utilizaram a técnica de HPAEC e UPLC como métodos alternativos, mas, a técnica mais utilizada é o HPLC, com colunas de troca-iônica e detector de índice de refração que se mostraram aptos à análise dos substitutos de carboidratos. Contudo, os estudos mais recentes mostraram uma tendência em analisar os substitutos da sacarose de forma simultânea usando detectores mais modernos como ELSD e MS/MS.

Palavras-chave: Alimentos, Doenças Não Transmissíveis; HPLC, Redução de açúcar, Substituto de açúcar

INTRODUÇÃO

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) são responsáveis por mais de 70% das causas de mortes no Brasil (1). Entre os anos 2006 a 2015, as DCNT causaram um prejuízo de 4,18 bilhões de dólares na economia brasileira, devido à queda da produtividade durante a jornada de trabalho e a diminuição da renda familiar, fator associado à diabetes, doenças cardiovasculares e acidente vascular cerebral (2).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, 213 milhões de crianças e adolescentes estavam na condição de sobrepeso no ano de 2016. Além disso, o número de obesos aumentou de 11 milhões em 1976 para 124 milhões no ano de 2016 (3). Porém, seu consumo tem se tornado um agravamento no aumento das DCNT. Os alimentos ultra processados promovem uma ingestão excessiva de calorias, visto que demandam maior tempo para o organismo apresentar sensação de saciedade, além de possuírem elevado teor de sódio, gordura e açúcar e serem pobres em fibras (4; 5).

No Brasil, o Ministério da Saúde/ANVISA assinou um termo de compromisso com as associações das indústrias, visando à redução de açúcar das seguintes categorias de alimentos: bebidas adoçadas, biscoitos, bolos e misturas para bolos, achocolatados em pó e produtos lácteos. Esta redução é uma das estratégias para a redução do consumo de açúcar pela população em 10% ou em até 5%, presente na Diretriz de Ingestão de Açúcares por Adultos e Crianças da OMS publicado em 2015 (6; 7).

Com essa meta de redução de açúcar adicionado até o ano de 2022, as indústrias deverão reformular os seus produtos e encontrar novas alternativas para que essa substituição não altere as características do produto original (8). Existem estudos que têm avaliado a adição de alguns substitutos da sacarose, a fim de reduzir a quantidade de açúcar adicionado, como: polióis, fibras solúveis e gomas. Quando adicionado, esses componentes deverão ser identificados e quantificados, através da utilização de técnicas cromatográficas como HPLC, HPAEC e UPLC (9; 10; 11; 12). Neste contexto, o objetivo deste trabalho é buscar uma revisão bibliográfica por métodos analíticos por diversas técnicas para determinar a composição dos açúcares adicionados e também os seus substitutos, nos produtos ultra processados, que podem sofrer modificações na sua fórmula original.

Aspectos doenças crônicas não transmissíveis

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) são multifatoriais e englobam as seguintes doenças: câncer, diabetes mellitus, doenças cardiovasculares e doenças respiratórias crônicas (13; 14). Segundo a OMS, as doenças crônicas não transmissíveis são responsáveis por 41 milhões de mortes por ano (15).

A principal fonte do consumo de açúcar adicionado na dieta costarriquenha e na dieta americana é o refrigerante (16). No Reino Unido, o consumo de refrigerante aumentou de 13.770 milhões de litros em 2007 para 14.520 milhões de litros em 2010 (17) Na Europa, 40% das doenças não transmissíveis são causadas por uma dieta pobre em nutrientes. No Reino Unido, 25% da população adulta está obesa (17).

Tendo em vista este cenário, o Ministério da Saúde/ANVISA em conjunto com as associações das indústrias, deverão reduzir em até 144 mil toneladas de açúcar adicionado dos alimentos até o ano de 2022 com a reformulação de alguns alimentos mais ingeridos pelo público de crianças e adolescentes. Nos alimentos escolhidos poderá ser alterada a adição de açúcar livre por outros substitutos de forma parcial ou total. Através desta redução, espera-se atingir a recomendação do consumo de açúcar diário proposto e reduzir o número de pessoas com DCNT a longo prazo, uma vez que o alto consumo de açúcar adicionado é proveniente da alta ingestão de alimentos industrializados ultra processados (18; 19).

Açúcar livre adicionado

Os açúcares livres são definidos como os monossacarídeos e dissacarídeos que são adicionados aos alimentos e bebidas durante o seu processamento pela indústria, pelo cozinheiro ou pelo próprio consumidor. Estão naturalmente presentes em xaropes, frutas e sucos de frutas e no mel (7).

A sacarose é um dissacarídeo formado pela junção de dois monossacarídeos: glicose e frutose. É utilizada na sua forma refinada e em cristais, na fabricação de vários tipos de bebidas, produtos de panificação, produtos lácteos e de doces em geral, podendo ser utilizada também na produção do açúcar invertido (obtido por sua hidrólise) a fim de evitar a cristalização e conferir maior maciez a diversos tipos de alimentos, (8; 20).

As funções da sacarose estão ilustradas na Figura 1:

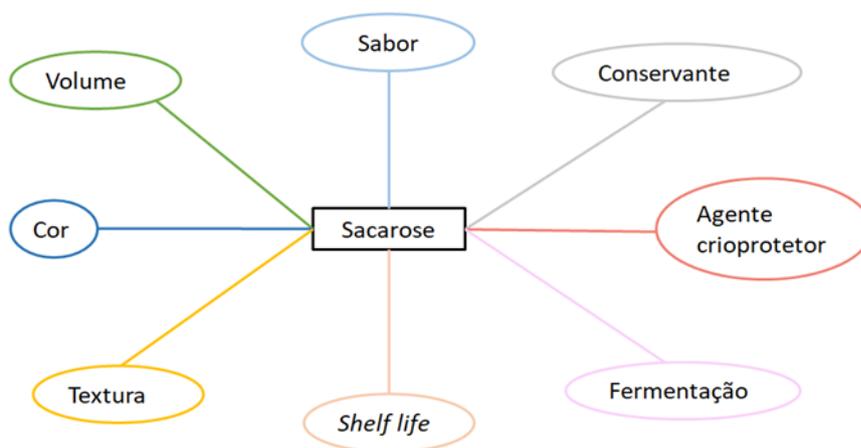


Figura 16 – Funções da sacarose no alimento
Fonte: elaborada pelo autor

Substitutos da sacarose

Os polióis, também conhecidos como “açúcares do álcool”, são compostos orgânicos que podem ser naturais (presentes em produtos vegetais) ou obtidos industrialmente (através da hidrogenação dos açúcares). Dentre eles estão: eritritol, manitol, isomalte, sorbitol, xilitol, lactitol, maltitol, hidrolisados de amido hidrogenado e xaropes de glicose hidrogenados (21; 22).

São utilizados na fabricação de alimentos sem adição de açúcar. Apesar do sabor dos açúcares do álcool ser igual ao da sacarose, o seu poder de doçura é inferior. Eles fornecem menos calorias quando comparada com a mesma, possuem menor índice glicêmico quando comparado com outros açúcares (22; 23) e não promovem cárie dentária (24).

Apesar do seu baixo poder de dulçor, a inulina também pode ser utilizada como um substituto do açúcar. Ela possui fibras o que melhora a composição nutricional do alimento, além de auxiliar estabilidade de emulsões (25; 23).

A reformulação dos produtos com alto teor de sacarose será um desafio para a indústria alimentícia, tendo em vista sua contribuição tecnológica, através da interação com os outros ingredientes presentes no alimento. Além disso, a sua remoção pode alterar características importantes do produto, como: textura, sabor e aparência (8; 20; 26).

Metodologias de análises para os substitutos dos açúcares

Os Laboratórios de Vigilância em Saúde para pôr em prática as políticas em saúde pública adotadas na redução do açúcar nos alimentos ultra processados reformulados, terão que desenvolver metodologias analíticas adequadas, para a melhoria da qualidade dos resultados da análise da diminuição ou substituição da sacarose por outros carboidratos (monossacarídeos, oligossacarídeos, polióis). A figura 11 apresenta uma síntese de trabalhos publicados que utilizam diferentes técnicas na identificação e quantificação dos açúcares livres e seus substitutos em diversas categorias de alimentos. Os trabalhos foram classificados por 4 condições cromatográficas, sendo: tipo de coluna, tipo de detector, sistema de bombeamento e composição da fase móvel, no qual foram identificadas por cor conforme descrito pelos autores.

Dos 14 trabalhos selecionados, três técnicas analíticas cromatográficas foram encontradas UPLC, HPLC e HPAEC, sendo que a técnica HPLC foi utilizada por 11 artigos para a identificação e a quantificação dos substitutos da sacarose.

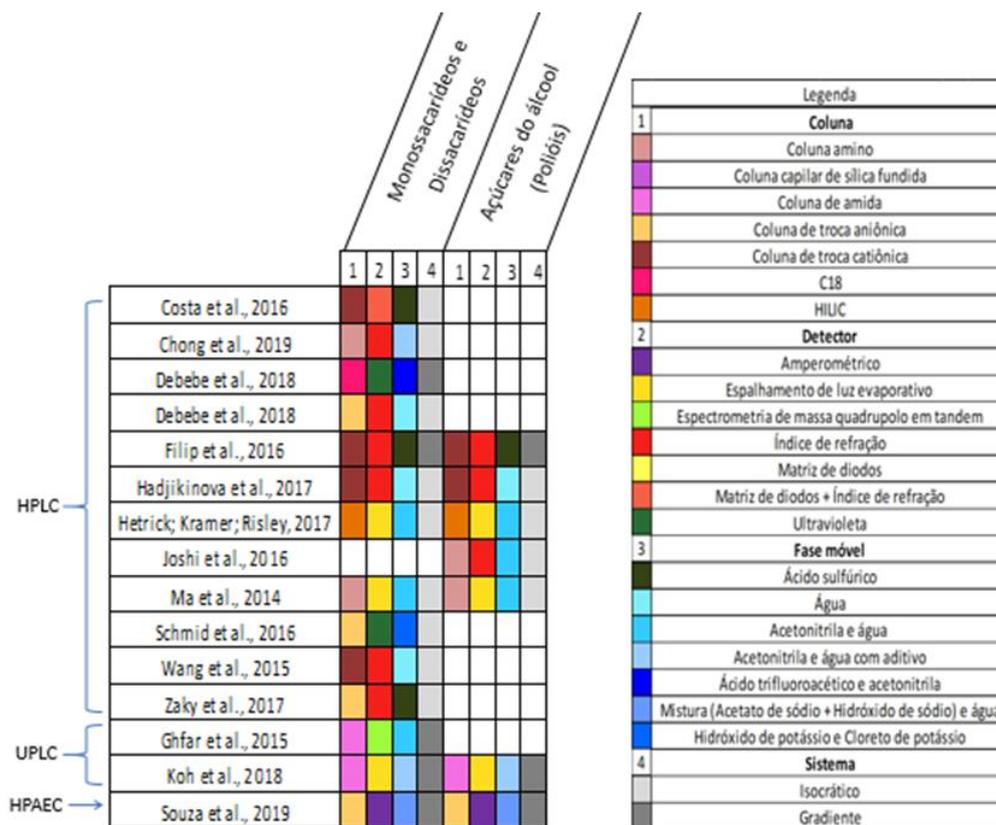


Figura 2 – Mapeamento dos trabalhos que utilizam diferentes técnicas para a identificação de monossacarídeos/dissacarídeos e açúcares do álcool.

Fonte: Elaborado pela autora com base em 10; 11; 12, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37.

No caso das colunas de HPLC e UPLC, observou-se uma variedade nos tipos de colunas empregadas, sendo que as mais utilizadas para os substitutos da sacarose foram as colunas de troca catiônica e aniônica. Para HPAEC, devido ao tipo de cromatografia, somente a coluna de troca aniônica foi empregada.

No caso do sistema de cromatografia por HPLC e UPLC, houve uma diversidade de detectores empregados conforme a composição de substitutos da sacarose empregados nos artigos. O detector de índice de refração foi o mais utilizado. O detector de espalhamento de luz evaporativo vem sendo adotado como um detector alternativo aos métodos que empregavam o detector de índice de refração, uma vez que este é o segundo mais usado. No sistema cromatográfico HPAEC, o mais indicado para análise de carboidratos é detector amperométrico tri-pulsado.

Debebe et al., (29) compararam duas condições cromatográficas diferentes para quantificar os monossacarídeos no HPLC e concluíram que a utilização do detector ultravioleta (UV) foi capaz de identificar somente a glicose, utilizando a coluna C18, ácido trifluoroacético e acetonitrila como fase móvel e o sistema gradiente, sugerindo que este detector é o mais restritivo quando comparado aos demais.

A composição da fase móvel nos artigos apresentou uma grande diversidade nas técnicas de identificação dos substitutos da sacarose, tanto em HPLC como em UPLC e HPAEC, sendo a água o principal solvente nas misturas de fase móveis, fato relacionado ao uso de colunas de troca iônica na maioria dos trabalhos (29. 10; 12; 36). Hadjikinova et al. (10) descreve o uso desta fase móvel como algo vantajoso, pois, a água é um solvente de baixo custo e não tóxico.

Filip et al. (2016); Hadjikinova et al. (10); Hetrick; Kramer; Risley (32) e Ma et al. (34) desenvolveram metodologias capazes de identificar e quantificar os mono e dissacarídeos e açúcares do álcool nas mesmas condições cromatográficas e na mesma corrida. De todos os estudos, Hetrick; Kramer; Risley (32) foram os autores que conseguiram identificar o maior número de açúcares e açúcares do álcool, analisando 26 componentes.

A técnica de UPLC foi utilizada nos estudos de Ghfar et al., (31) e Koh et al., (11). Koh et al., (11) desenvolveram uma técnica rápida no UPLC que pode ser utilizada para identificar até 13 componentes (açúcares e açúcares do álcool) nos alimentos, enquanto Ghfar et al., (31) conseguiram identificar somente mono e dissacarídeos em seu estudo.

Apesar de ter somente um trabalho publicado com a técnica de HPAEC, Souza et al. (12), concluíram que o método é preciso, rápido, possui alta sensibilidade e estabilidade, utiliza baixa quantidade de amostra, além do preparo da mesma ser considerado fácil.

Nas técnicas de UPLC e HPAEC foram utilizados somente o sistema gradiente, enquanto no HPLC foram desenvolvidos métodos para ambos os sistemas (gradiente e isocrático).

A maioria dos estudos desenvolveu metodologia com a técnica de HPLC, devido a possibilidade de realizar essa identificação e quantificação com uma grande variedade de colunas, detectores e fases móveis. Além disso, pode ser utilizado em ambos os sistemas (gradiente e isocrático).

Apesar de ainda não ter muitos estudos publicados de técnicas de identificação e quantificação do amido modificado e das fibras solúveis, acredita-se que eles também serão amplamente utilizados como substitutos do açúcar, devido as suas propriedades tecnológicas. No estudo de Shoaib et al. (25) os autores realizaram uma revisão sobre a inulina e relataram a sua utilização como substituta da sacarose para a formulação de bolos e produtos de panificação

CONCLUSÕES

Neste contexto, observou-se que técnica HPAEC possui as suas vantagens, mas, não são todos os laboratórios que possuem este equipamento, devido ao seu alto custo. A técnica de UPLC também se demonstrou eficaz, contudo, a técnica de HPLC é a mais difundida entre elas e representa o maior numero de métodos desenvolvidos. Com estudo dos artigos em HPLC, foi possível observar métodos que conseguem identificar e

quantificar de forma simultânea os monossacarídeos, oligossacarídeos e polióis, sendo estes promissores para serem utilizados no desenvolvimento de métodos de análise, para as matrizes de alimentos escolhidos no pacto do Ministério de Saúde e as Indústrias brasileiras de alimentos.

A realização destas análises da redução dos açúcares nos alimentos ultra processados possibilita acompanhar a redução do açúcar adicionado, podendo colaborar nas ações governamentais na diminuição do consumo dos açúcares livres e a promoção à saúde, através de uma alimentação saudável pelas crianças, e adultos, meta em que o Brasil também participa no objetivo 3 – Saúde e Bem Estar da Agenda 2030 – OMS.

REFERÊNCIAS

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Demografia das empresas 2014. Rio de Janeiro: IBGE; 2014. [Pesquisa Nacional da Atividade Agropecuária PNAG; s.n].
2. Alliance NCD, do Tabagismo A de C. Relatório da Sociedade Civil sobre a situação das Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil. In: Relatório da Sociedade Civil sobre a situação das Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil.
3. . Aumentar preço de bebidas adoçadas é uma das melhores estratégias para melhorar alimentação dos brasileiros - OPAS/OMS | Organização Pan-Americana da Saúde [Internet]. [citado 14 de novembro de 2021]. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/10-11-2017-aumentar-preco-bebidas-adocadas-e-uma-das-melhores-estrategias-para-melhorar>
4. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica Guia Alimentar para a População Brasileira. 2a ed. 1. reimpr. - Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
5. . Martins FC, Sentanin MA, De Souza D. Analytical methods in food additives determination: Compounds with functional applications. Food chemistry. 2019; 272:732–50.
6. Ministério da Saúde. Governo assina acordo para reduzir teor de açúcar em alimentos. Brasília, 2018e. Disponível em: <[https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/novembro/26/26.11.2018_Acordo de Redução de Açúcar.pdf](https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/novembro/26/26.11.2018_Acordo_de_Redução_de_Açúcar.pdf)>. Acesso em: 05 nov. 2021.
7. ORGANIZATION WH. Ingestão de açúcares por adultos e crianças. Geneva: WHO. 2015.
8. Luo X, Arcot J, Gill T, Louie JC, Rangan A. A review of food reformulation of baked products to reduce added sugar intake. Trends in Food Science & Technology. 2019; 86:412–25.

9. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac J-C, Levy RB, Louzada MLC, Jaime PC. The UN Decade of Nutrition, the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing. *Public health nutrition*. 2018;21(1):5–17.
10. Hadjikinova R, Petkova N, Hadjikinov D, Denev P, Hrusavov D. Development and validation of HPLC-RID method for determination of sugars and polyols. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2017;9(8):1263.
11. Koh D, Park J, Lim J, Yea M-J, Bang D. A rapid method for simultaneous quantification of 13 sugars and sugar alcohols in food products by UPLC-ELSD. *Food chemistry*. 2018; 240:694–700.
12. de Souza JC, da Silva JL, Fabrao RM, Stradiotto NR, Zanoni MVB. Electroactive sugars, organic acids and sugar alcohol analysis in wine using anion-exchange chromatography with electrochemical detection. *Microchemical Journal*. 2019; 147:972–8.
13. Ministério da Saúde. Sobre a Vigilância de DCNT. Brasília, 2019. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/noticias/43036-sobre-a-vigilancia-de-dcnt>>. Acesso em: 26 nov. 2019.
14. Organization WH. Noncommunicable Diseases Progress Monitor 2017. Geneva: WHO; 2017. Contract No Licence: CC BY-NC-SA. 2019;3.
15. OMS: controle de doenças crônicas não transmissíveis gera retornos financeiros e de saúde | As Nações Unidas no Brasil [Internet]. [citado 14 de novembro de 2021]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/80003-oms-controle-de-doencas-cronicas-nao-transmissiveis-gera-retornos-financeiros-e-de-saude>, <https://brasil.un.org/pt-br/80003-oms-controle-de-doencas-cronicas-nao-transmissiveis-gera-retornos-financeiros-e-de-saude>.
16. O’Neil CE, Nicklas TA, Fulgoni VL. Food sources of energy and nutrients of public health concern and nutrients to limit with a focus on milk and other dairy foods in children 2 to 18 years of age: National Health and Nutrition Examination Survey, 2011–2014. *Nutrients*. 2018;10(8):1050.
17. Ells LJ, Roberts K, McGowan VJ, Machaira T. Sugar reduction: the evidence for action. Annexe 2: a mixed method review of behaviour changes resulting from experimental studies that examine the effect of fiscal measures targeted at high sugar food and non-alcoholic drink. *Public Health England*. 2015;87.
18. Ministério da Saúde. Brasil assume meta para reduzir 144 mil toneladas de açúcar até 2022. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/44777-brasil-assume-meta-para-reduzir-144-mil-toneladas-de-acucar-ate-2022>>. Acesso em: 10 nov. 2021.
19. Martins P de FA. Alimentos ultraprocessados: uma questão de saúde pública. *Comunicação em Ciências da Saúde*. 2018;29(1):14–7.

20. Manhani TM, Campos MVM, Donati FP, Moreno ADH. Sacarose, suas propriedades e os novos edulcorantes. *Revista Brasileira Multidisciplinar*. 2014;17(1):113–25.
21. Godswill AC. Sugar alcohols: chemistry, production, health concerns and nutritional importance of mannitol, sorbitol, xylitol, and erythritol. *Int J Adv Acad Res*. 2017; 3:31–66.
22. Sharma VK, Ingle NA, Kaur N, Yadav P, Ingle E, Charania Z. Sugar substitutes and health: a review. *Journal of Advanced Oral Research*. 2016;7(2):7–11.
23. Singla V, Chakkaravarthi S. Applications of prebiotics in food industry: A review. *Food Science and Technology International*. 2017;23(8):649–67.
24. Yadav P, Kaur B, Srivastava R, Srivastava S. Sugar substitutes and health. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*. 2014;13(8):68–75.
25. Shoaib M, Shehzad A, Omar M, Rakha A, Raza H, Sharif HR, et al. Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate polymers*. 2016; 147:444–54.
26. Hui YH, Corke H, De Leyn I, Nip W-K, Cross NA. *Bakery products: science and technology*. John Wiley & Sons; 2008.
27. Chong CP, Haron H, Shahar S, Noh MFM. Individual sugars contents in cooked dishes, processed foods, fruits and beverages commonly consumed by Malaysian. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2019; 80:1–9.
28. da Costa MP, da Silva Frasao B, da Costa Lima BRC, Rodrigues BL, Junior CAC. Simultaneous analysis of carbohydrates and organic acids by HPLC-DAD-RI for monitoring goat's milk yogurts fermentation. *Talanta*. 2016; 152:162–70.
29. Debebe A, Temesgen S, Redi-Abshiro M, Chandravanshi BS, Ele E. Improvement in analytical methods for determination of sugars in fermented alcoholic beverages. *Journal of analytical methods in chemistry*. 2018;2018.
30. Filip M, Vlassa M, Coman V, Halmagyi A. Simultaneous determination of glucose, fructose, sucrose and sorbitol in the leaf and fruit peel of different apple cultivars by the HPLC–RI optimized method. *Food chemistry*. 2016; 199:653–9.
31. Ghfar AA, Wabaidur SM, Ahmed AYBH, Alothman ZA, Khan MR, Al-Shaalan NH. Simultaneous determination of monosaccharides and oligosaccharides in dates using liquid chromatography–electrospray ionization mass spectrometry. *Food chemistry*. 2015; 176:487–92.

32. Hetrick EM, Kramer TT, Risley DS. Evaluation of a hydrophilic interaction liquid chromatography design space for sugars and sugar alcohols. *Journal of Chromatography A*. 2017; 1489:65–74.
33. Joshi K, Kumari A, Arora S, Singh AK. Development of an analytical protocol for the estimation of maltitol from yoghurt, burfi and flavoured milk. *LWT*. 2016; 70:41–5.
34. Ma C, Sun Z, Chen C, Zhang L, Zhu S. Simultaneous separation and determination of fructose, sorbitol, glucose and sucrose in fruits by HPLC–ELSD. *Food chemistry*. 2014;145:784–8.
35. Schmid T, Baumann B, Himmelsbach M, Klampfl CW, Buchberger W. Analysis of saccharides in beverages by HPLC with direct UV detection. *Analytical and bioanalytical chemistry*. 2016;408(7):1871–8.
36. Wang S, Guo Q, Wang L, Lin L, Shi H, Cao H, et al. Detection of honey adulteration with starch syrup by high performance liquid chromatography. *Food chemistry*. 2015;172:669–74.
37. Zaky AS, Pensupa N, Andrade-Eiroa Á, Tucker GA, Du C. A new HPLC method for simultaneously measuring chloride, sugars, organic acids and alcohols in food samples. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2017; 56:25–33.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-86>

Capítulo 86

STAPHYLOCOCCUS COAGULASE POSITIVA: PERFIL DE SENSIBILIDADE E FORMAÇÃO DE BIOFILME DE ISOLADOS ORIUNDOS DO PROCESSO DE ORDENHA

Juliana Carolina Siebel¹; Jéssica Dal Vesco¹; Juliana Fernandes Rosa²; Patrícia da Silva Nascente³; Natacha Deboni Cereser⁴; Fernanda de Rezende Pinto⁴; Helenice Gonzalez de Lima⁴

¹ Residência Multiprofissional em Medicina Veterinária/UFPEL; E-mail: julianasiebel@gmail.com; jessica.a.dalvesco@gmail.com, ² Pós-graduanda no Programa de Pós-graduação em Veterinária/UFPEL; E-mail: ju_fernandes.r@hotmail.com, ³ Docente do Instituto de Biologia/UFPEL; E-mail: pattsn@gmail.com; ⁴ Docente do Departamento de Veterinária Preventiva/UFPEL; E-mail: natachacereser@yahoo.com.br; helenicegonzalez@gmail.com.

RESUMO

Staphylococcus coagulase positiva é causador de toxinfecções alimentares e, também, é o principal gênero causador de mastite bovina, podendo ser veiculado ao leite e produtos lácteos, trazendo riscos aos consumidores. O objetivo deste trabalho foi identificar o perfil de sensibilidade, observar a formação de biofilme de cepas de *Staphylococcus* coagulase positiva isoladas de ambiente de ordenha frente à metilicina; determinar a concentração inibitória mínima (CIM) e a concentração bactericida mínima (CBM) dos sanitizantes utilizados na ordenha e verificar a eficiência desses mesmos produtos durante o tempo de ação determinado. Os sanitizantes utilizados foram: ácido láctico (8%), dióxido de cloro (7%), hipoclorito de sódio (8%) e iodo (2%). Os isolados foram obtidos durante o processo de ordenha de 12 propriedades, e os identificados como *Staphylococcus* coagulase positiva foram mantidos em estoque e submetidos aos testes posteriores. De 48 isolados testados, 56,25% apresentaram resistência à metilicina; 89,58% foram classificados como formadores de biofilmes; para a determinação de CIM e CBM foram encontrados valores variáveis, sendo o iodo, o sanitizante mais eficiente; na verificação do tempo de ação dos sanitizantes, nenhum deles foi eficiente na CBM durante 30 segundos de contato. O iodo é o sanitizante mais eficiente contra os isolados testados. Ainda não foi possível encontrar concentrações menores de sanitizantes para o tempo de ação do pré-dipping. A presença de isolados com características de resistência e formação de biofilme necessita de cuidados e aplicação de boas práticas para sua eliminação, visto o risco que apresentam a nível de saúde pública.

Palavras-chave: antimicrobianos; desinfetantes; doenças transmitidas por alimentos; metilicina; saúde pública

INTRODUÇÃO

O leite e seus derivados são consumidos diariamente pela população, sendo fonte preferencial de cálcio devido à sua absorção relativamente alta, além de outros nutrientes essenciais como a vitamina D, A, B12, fósforo, potássio e proteínas (1).

As doenças transmitidas por alimentos (DTAs) são caracterizadas pela ingestão de água ou alimento contaminado com agentes etiológicos em quantidade suficiente para causar doença (2).

Staphylococcus aureus é um dos mais importantes micro-organismos causadores de toxinfecções alimentares, assumindo relevância para a saúde pública, em virtude do risco potencial de sua veiculação ao homem através do consumo de leite e derivados, que podem conter enterotoxinas termoestáveis pré-formadas (3). Analogamente, *Staphylococcus* spp. é o principal gênero de bactérias causadoras de mastite nos rebanhos do Brasil e do mundo (4). A contaminação do leite com *Staphylococcus* spp. pode ocorrer através da incorporação de micro-organismos que estão presentes no úbere, diretamente para o leite; ou através do contato do leite com utensílios e equipamentos de ordenha ou da coleta e armazenamento (5). Nesse último caso, deve-se ressaltar a importância do homem como possível reservatório de *S. aureus* e principal veiculador do micro-organismo em alimentos, de modo geral (6). *S. aureus* ainda é capaz de formar biofilmes e a sua facilidade de multiplicação e disseminação nos tecidos (7). *S. aureus* e outros coagulase positiva produzem proteínas extracelulares associadas às células do hospedeiro e hemolisinas, que se associam para causar lesão tecidual, favorecendo seu desenvolvimento (8).

Os biofilmes bacterianos são comunidades complexas de organismos contendo um conjunto de células sésseis, ligadas entre si, envoltas por um glicocálice e aderidas irreversivelmente a superfícies bióticas ou abióticas (9). Já é conhecido que espécies de *Staphylococcus* spp. são a causa mais frequente de infecções associadas a biofilmes, especialmente, por fazerem parte da microbiota da pele e mucosas (10).

As bactérias resistentes que são encontradas em animais produtores de alimentos podem contaminar os produtos alimentícios e serem transferidos para humanos através da cadeia alimentar (11). A partir da década de 1960, o uso frequente das penicilinas penicilinase-estáveis, favoreceu o surgimento de cepas resistentes, denominadas *Staphylococcus aureus* resistente à oxacilina/meticilina (*oxacilin-resistant Staphylococcus aureus* – ORSA e *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* - MRSA), essas cepas eram ligadas a infecções hospitalares. (12).

Atualmente, já existe inúmeros estudos monitorando a ação dos antimicrobianos sobre os micro-organismos, no entanto são poucos os estudos verificando a atividade dos desinfetantes sobre esses micro-organismos ou a susceptibilidade desses organismos frente aos sanitizantes (13).

O objetivo deste trabalho foi identificar o perfil de sensibilidade, observar a formação de biofilme de cepas de *Staphylococcus* coagulase positiva isoladas de ambiente de ordenha frente à meticilina; determinar a concentração inibitória mínima e a concentração

bactericida mínima dos sanitizantes utilizados na ordenha e verificar a eficiência desses mesmos produtos durante o tempo de ação determinado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas amostras de leite provenientes de coletas realizadas em ambientes de ordenha em 12 propriedades leiteiras da Região Sul do Rio Grande do Sul. Essas amostras foram coletadas dos pontos que poderiam estar envolvidos com a contaminação do leite cru, como: equipamentos de ordenha (teteiras no início e final da ordenha), tanque, filtro ou coador e balde, mãos do ordenhador, tetos de 5% do rebanho antes e após *pré-dipping* e amostras de leite (leite de conjunto e três jatos iniciais). No Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal da Universidade Federal de Pelotas (LIPOA/UFPel), as amostras foram submetidas às análises para contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva (14).

Para todos os testes descritos a seguir, foram utilizadas como controles, as cepas *American Type Culture Collection* (ATCC) cedidas pela Fio Cruz: *Staphylococcus aureus* ATCC 14458 e *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, e foram escolhidos 48 isolados de *Staphylococcus* coagulase positiva de propriedades com maior incidência de isolamento.

Para a avaliação da sensibilidade à metilina, foi realizada a metodologia de disco-difusão (15), utilizando-se o antimicrobiano Cefoxitina 30 µg (CFO). A escolha do antimicrobiano foi realizada de acordo com o CLSI (16) e foram testadas 48 isolados de *Staphylococcus* coagulase positiva. Após a incubação, os halos inibitórios formados foram medidos.

O teste de formação de biofilme foi realizado, através da metodologia em microplacas (17), onde foram selecionadas 48 isolados e as duas ATCC 14458 e 25923.

Foram colocados 200 µL de nome (TSB) em cada poço de uma placa de microdiluição de 96 cavidades, adicionados de 8 µL da cultura padronizada (Densidade Ótica entre 0,9 e 1,0 nm) de cada cepa. Em todos os testes foram utilizados controles positivos e negativos. Foram incubados a 36 ± 1 °C durante 48 horas. Após esse período, as tampas foram lavadas e secas a temperatura ambiente por 30 minutos e colocadas em nova placa contendo ácido acético a 30% para que o biofilme se desprendesse, ficando nos poços da microplaca. A leitura foi realizada com auxílio de espectrofotômetro e o resultado foi expresso de acordo com quatro categorias (26). O ponto de corte (DOc) foi definido como três desvios-padrão acima da média das densidades óticas (DO) dos controles e a classificação foi determinada conforme segue: $DO \leq DOc$ = não formadora; $DOc < DO \leq 2 \times DOc$ = fraca formadora; $2 \times DOc < DO \leq 4 \times DOc$ = moderada formadora; $4 \times DOc < DO$ = forte formadora.

Concentração inibitória mínima e concentração bactericida mínima

Para a realização do teste de CIM (18) foram utilizadas 48 isolados de *Staphylococcus* coagulase positiva e as ATCC 14458 e 25923. Primeiramente, foi depositado 100 µL de caldo Mueller-Hinton (MH) em cada poço de uma placa de

microdiluição de 96 poços. Então era adicionado 10 µL do sanitizante testado em diluições seriadas (1:2) da segunda até a 11^o coluna.

Os sanitizantes utilizados foram: ácido láctico (8% - 80000 mg/L), dióxido de sódio (7% - 70000 mg/L - produto comercial da marca Dioxide[®]), hipoclorito de sódio (8% - 80000 mg/L) e iodo (2% - 20000 mg/L). As concentrações foram escolhidas para abranger concentrações maiores e menores que as indicadas para o uso de acordo com as instruções do fabricante.

A CBM foi realizada para todos os isolados testados (19), onde foram retirados 10 µL a partir dos poços sem crescimento, semeados em Mueller-Hinton Ágar e incubadas em estufa 36 ± 1°C por 24 h, após o período, a leitura foi realizada considerando-se a presença ou ausência de crescimento bacteriano.

Para a análise da eficácia do tempo de ação de cada sanitizante (20) foram selecionados os isolados provenientes das amostras coletadas do teto após o *pré-dipping*. Para cada tempo, foram utilizadas três repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 48 isolados testados frente ao antimicrobiano cefoxitina 30 µg (CFO) 43,75% (21 amostras) apresentaram sensibilidade e 56,25% (27 amostras) demonstraram resistência.

Para a formação de biofilmes, dos 48 isolados de *Staphylococcus* coagulase positiva testadas cinco (10,42%) foram classificadas como não-formadoras e 43 (89,58%) foram classificadas como formadoras de biofilme. Dos isolados formadores, ainda foram classificadas: 17 isolados (39,53%) como fracos formadores, 16 isolados (37,21%) como moderados formadores e 10 isolados (23,26%) como fortes formadores de biofilme.

As cepas de referência ATCC 14458 e ATCC 25923 foram resistentes à cefoxitina 30 µg (CFO), e foram classificadas como moderadas formadoras de biofilme.

Para a CIM (mg/mL) dos sanitizantes frente aos isolados de *Staphylococcus* coagulase positiva foram encontradas as seguintes médias: 1250 mg/mL de iodo, 2779 mg/mL de ácido láctico, 7136 mg/mL de dióxido de cloro e 14957 mg/mL de hipoclorito de sódio. Já para a CBM foram obtidas as médias: 2618mg/mL de iodo, 11523 mg/mL de ácido láctico, 15264 mg/ML de dióxido de cloro, 27583 mg/mL de hipoclorito de sódio.

Após o teste de exposição dos sanitizantes durante os tempos de 15, 30 e 45 segundos, apenas dois tubos contendo caldo BHI não se mostraram turvos, com formação de sedimento ou formação de película na superfície. Os dois tubos contendo BHI não turvos, foram o hipoclorito de sódio quando expostos aos isolados 7 e 12 durante 45 segundos. Após a semeadura em PCA, todos os isolados apresentaram crescimento, exceto os 7 e 12.

Nesse ensaio, foi encontrado 56,25% de resistência à cefoxitina 30 µg (CFO) no universo estudado. Demais estudos na área relatam a eficiência do teste de disco-difusão para cefoxitina como marcador substituto à metecilina pela detecção do gene *mecA*,

principalmente após a atualização da CLSI de 2008, que considera halos ≥ 22 mm como resistentes, aumentando a sensibilidade do teste para 98% (21).

Os resultados encontrados no presente trabalho, corroboram com os reportados em achados em Sete Lagoas/MG (22). No trabalho realizado, de 200 amostras de leite obtidas em tanques de expansão, 16 amostras (11%) houve a identificação do gene *mecA*, que é específico para cepas MRSA.

Em relação à formação de biofilmes, nosso trabalho identificou 89,58% de formação de biofilmes dos 48 isolados testados. A formação de biofilmes é uma das causas da resistência aos antimicrobianos e das infecções bacterianas crônicas e persistentes (23). Fatos, estes, relacionados com os nossos achados nos testes de disco-difusão e da formação de biofilmes.

Em estudo realizado no interior do estado de São Paulo com isolamento de *Staphylococcus* spp. de leite bubalino, insufladores e mãos dos ordenhadores, encontrou *S. aureus* em 26 amostras de leite, duas em amostras de teteiras e quatro amostras das mãos dos ordenhadores (24). E ao submeter as cepas de *S. aureus* isoladas ao teste para produção de biofilmes em Ágar Vermelho Congo, todas se mostraram produtoras de biofilmes, sendo confirmadas, também, pelo teste de formação de biofilme em microplacas.

Ao avaliar a capacidade de produção de biofilmes de *Staphylococcus* spp. isolados de amostras de leite de vacas com mastite subclínica em Alagoas, encontrou 91,2% (135/148 cepas) com a capacidade de formar biofilmes (24). As cepas ainda foram classificadas como: 22,2% (30/135) como fortes formadoras, 29,6% (40/135) como moderadas formadoras e 48,2% (65/135) como fracas formadoras. As diferentes classificações foram atribuídas às diferentes espécies de *Staphylococcus* coagulase positivas existentes, fato esse, que também pode ter ocorrido no nosso estudo. E, apesar das diferenças das origens das cepas e dos locais de estudo, os achados (40,41) corroboram os nossos achados, mostrando a presença de cepas de *Staphylococcus* coagulase positiva produtoras de biofilme em ambiente de ordenha. Diversos relatos nos mostram que a presença de micro-organismos produtores de biofilme dificulta ou impede a ação de antimicrobianos e sanitizantes, perpetuando essas estirpes.

A CIM e a CBM encontradas, foram concentrações menores que as recomendações de uso desses produtos, atualmente. Os melhores resultados no *pós-dipping* têm sido obtidos com as seguintes concentrações de compostos: iodo 0,7-1,0%, clorexidina 0,5-1,0% e cloro 0,3-0,5% (4% hipoclorito de sódio). No *pré-dipping*, os produtos tradicionalmente utilizados são: hipoclorito de sódio a 2%, iodo a 0,3% e clorexidina a 0,3% (25). Em ambos os casos deve-se fazer a imersão completa dos tetos em solução desinfetante (26). Uma hipótese que explica as baixas concentrações encontradas em nosso estudo, é o tempo de exposição dos isolados aos sanitizantes. Nos testes realizados nas placas de microdiluição, o sanitizante ficou em contato com o isolado durante 24 horas, tempo maior se comparado com o tempo de ação recomendado no *pré-dipping*, que é de 30 segundos.

Ao testar desinfetantes à base de hipoclorito de sódio frente às cepas de *S. aureus* e *Escherichia coli* (27), foi verificado e comprovado a eficácia da ação desse sanitizante,

fato similar ao encontrado neste estudo. Em outro trabalho (28) foram isoladas cepas de *S. aureus* durante o processamento de queijo tipo mussarela e testadas frente ao hipoclorito de sódio (0,59%) e iodóforo (1%), obtendo ação dessas substâncias a partir de 118 mg/L e 200 mg/L, respectivamente. A diferença dos encontrados neste estudo, pode ser explicada pelo método utilizado pelo estudo durante o processamento de queijo (28), que utilizou o teste de disco preconizado pelo INCQS (29), havendo variabilidade do teste e, portanto, incerteza quanto à eficácia dos produtos. Neste estudo foram utilizadas diversas diluições dos sanitizantes frente aos diferentes isolados de *Staphylococcus* spp. e os testes foram realizados em três repetições, garantindo resultados mais precisos.

Ao testar o tempo de ação dos sanitizantes, para relacionar com o tempo utilizado para a ação do *pré-dipping*, nossos resultados não foram satisfatórios, visto que na média da concentração bactericida mínima encontrada, testando-se o tempo de ação de 30 segundos não foi eficiente, mostrando-se os isolados resistentes à essas concentrações, neste tempo.

No trabalho de (48), ao isolar cepas de *S. aureus* e *Staphylococcus* coagulase positiva de vacas com mastite e testar a eficiência de produtos utilizados como *pré* e *pós-dipping*, foi encontrada sensibilidade de *S. aureus* de 97,80%, 2,20% e 17,80% frente ao iodo, ao cloro e ao ácido láctico, respectivamente, quando utilizados por 30 segundos. Já a sensibilidade do *Staphylococcus* coagulase positiva foi de 100% e 72,7% frente ao iodo e ao ácido láctico, respectivamente, quando expostos durante 30 segundos. Essas diferenças reportadas podem ser explicadas pelas concentrações utilizadas nos testes, que foram 0,6%, 2% e 2,5% para o iodo, ácido láctico e o cloro, respectivamente, seguindo as recomendações de uso para esses produtos (48). Enquanto neste trabalho foram utilizadas as concentrações conforme a CBM encontrada, de 0,26%, 1,15%, 2,75% e 1,53% para o iodo, o ácido láctico, o hipoclorito de sódio e o dióxido de cloro, respectivamente.

CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que os isolados com características de resistência à metilina estão presentes no ambiente de ordenha, assim como a presença de isolados com característica para formação de biofilme. Ainda não foi possível encontrar concentrações menores de sanitizantes para o tempo de ação do *pré-dipping*. É importante ressaltar a presença de cepas com característica de resistência e perfil de formação de biofilmes, necessitando de cuidados para a sua eliminação e controle em ambiente de ordenha, visto o risco que apresentam para a saúde pública.

REFERÊNCIAS

1. Muehlhoff E, Bennett A, McMaho D. Milk and Dairy Products in Human. Rome:Food and Agriculture Organization of the United Nations-FAO;2013.376 p.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos. 2010. Disponível em: <

- http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_doencas_alimentos.pdf > Acesso em: nov. 2017.
3. Sena MJ. Perfil epidemiológico, resistência a antibióticos e ao conservantes nisina e sistema lactoperoxidase de *Staphylococcus* sp. isolados de queijos coalhos comercializados em Recife-PE. 2000. 75p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
 4. Whist AC, Osteras O, Solverod L. Association between isolation of *Staphylococcus aureus* one week after calving and milk yield, somatic cell count, clinical mastites, and culling through the remaining lactation. *Journal of Dairy Research*. Cambridge, v. 76, p.24-35, 2009.
 5. Fagundes H., Oliveira CAF. Infecções intramamárias causadas por *Staphylococcus aureus* e suas implicações na saúde pública. *Cien. Rural*, v. 34. n. 4, p. 1315-1320, 2004.
 6. Jay JM. *Microbiologia de Alimentos*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 712p.
 7. Santos AL, Santos DO, Freitas CC, Ferreira BLA, Afonso IF, Rodrigues CR, Castro HC. *Staphylococcus aureus*: visitando uma cepa de importância hospitalar. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v. 43. N. 6, p. 413 – 423, 2007.
 8. Gomes MJP. Gênero *Staphylococcus* spp. LABACVET–URGS–Porto Alegre (2013). Disponível em:
<<http://www.ufrgs.br/labacvet/files/G%C3%AAnero%20Staphylococcus%20spp%204-2013-1.pdf>> Acesso em: dez. 2017.
 9. Costerton JW, Lewandowski Z, Caldwell DE, Korber D, Lappin-Scott HM. Microbial Biofilms. *Ann. Rev. Microbiol.*, v. 49, n.1, p. 711-745, 1995.
 10. Tortora GJ, Funke BR, Case CL. *Microbiologia*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.
 11. Rajala-Schultz PJ, Smith KL, Hogan JS, Love BC. Antimicrobial susceptibility of mastitis pathogens from first lactation and older cows. *Vet. Microbiol.* V.102, p. 33-42, 2004.
 12. Bassetti M, Nicco E, Mikulska M. Why is community-associated MRSA spreading across the world and how will it change clinical practice? *Inter. J. Antimicrob. Agents*, v. 34, p. 15-19, 2009.
 13. Avancini CAM, Both JMC. Atividade bactericida de três desinfetantes sobre *Staphylococcus aureus* resistentes a metilina (MRSA). *Rev Epidemiol Control Infect*, v. 7, n. 2, 2017.
 14. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2003. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003.
 15. Bauer AW, Kirky WM. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am J Clin Pathol* 1966; 45: 493-6.
 16. CLSI – Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for microbial susceptibility testing, twentieth information supplement, document M100-S25. Wayne, PA, USA: CLSI, 2015.
 17. Steenackers HPL, Ermolatev DS, Savaliya B, Weerdt A, De Coster D, Shah A, Van Der Eycken EV, De Vos, DE, Vanderleyden J, De Keersmaecker SCJ. Structure–activity relationship of 2-hydroxy-2-aryl-2,3-dihydroimidazo [1,2-a]pyrimidinium salts and 2N-substituted 4(5)-aryl-2-amino-1H-imidazoles as inhibitors of biofilm formation by *Salmonella Typhimurium* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Bioorg. Med. Chem.*, v.19, 3462-3473, 2011.

18. Stepanovic S, Vukovic D, Dakic I, Savic B, Svabic-Vlahovic M. A modified microtiter-plate test for quantification of *Staphylococcal* biofilm formation. J. Appl. Microbiol. v38, n.5, p428-432, 2004.
19. Santurio MJ, Santurio DF, Pozzati P., Moraes C, Franchin PR, Alves S H. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente a sorovares de *Salmonella* de origem avícola. Cien. Rural, v. 37, n. 3, p. 803-808, 2007.
20. Costa EO, Ribeiro AR, Watanabe, ET, Garino Jr F, Silva JAB, Thiers F. O. Avaliação *in vitro* dos desinfetantes utilizados no pós ordenha (teat dipping) para controle da mastite bovina. Revista Napgama, v. 1, n. 1, p. 18- 22, 1998.
21. Anand KB, Agrawal P, Kumar S, Kalipa K. Comparison of cefoxitin disc diffusion test, oxacillin Screen Agar, and PCR for mecA gene for detection of MRSA. Indian J Med Microbiol. 27:27-9; 2009.
22. Dias NL, Silva DC, Oliveira DCB, Fonseca Junior AA, Silva N, Sales ML. Detecção dos genes de *Staphylococcus aureus*, enterotoxinas e de resistência à meticilina em leite. Arq. bras. med. vet. Zootec. V.63, n.6, p1547-1552, 2011.
23. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial Biofilms: A Common Cause of Persistent Infections. Science, v.284, p. 1318-1322, 1999.
24. Almeida CCD. Estudo fenotípico e genotípico da produção de biofilmes por *Staphylococcus aureus* isolados de leite bubalino e ambiente de ordenha. 2014. 52f. Dissertação (mestrado em microbiologia agropecuária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp- Jaboticabal – SP.
25. Fonseca LFL, Santos MV. 2000. Qualidade do Leite e Controle de Mastite. Lemos Editorial, São Paulo. 175p.
26. Santos MV, Fonseca LFL. 2006. Estratégias para Controle de Mastite e Melhoria da Qualidade do Leite. Editora Manole, Barueri. 314p.
27. Braga SMS, Furtado VCS, Furlan CM. Avaliação *in vitro* da eficácia bactericida de desinfetantes de uso geral frente a amostras de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Fundação de ensino e pesquisa de Itajubá. v.3, n.3, 2010.
28. Nicolau ES, Kuaye AY, Mesquita AJD, Oliveira AND. Eficiência de soluções de hipoclorito de sódio e Iodóforo na redução de *Staphylococcus aureus* isoladas durante o processamento de queijo tipo mussarela. 2010. Anais do XVIII Congresso Nacional de Laticínios.
29. Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS). Técnica para controle de qualidade, avaliação da atividade antibacteriana de saneantes domissanitários, 1985. (manual técnico n°4).

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-87>

Capítulo 87

MAPA DE PREFERÊNCIA EXTERNO DE *COOKIES* ELABORADOS COM CAFÉ ARÁBICA E ADIÇÃO DE INULINA

Kamilla Lina de Oliveira¹; Izadhora Rossany Andrade Fernandes²; Vitória Paula Felipe³; Rodrigo Vieira da Silva⁴; Suzane Martins Ferreira⁵; Vania Silva Carvalho^{6*}

¹Tecnóloga de Alimentos – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos; ^{2,3} Técnica em Alimentos – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos; ⁴Docente do curso de Agronomia – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos; ^{5,6} Docente do curso de Tecnologia em Alimentos Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos. e-mail: vania.carvalho@ifgoiano.edu.br; *autor correspondente.

RESUMO O açúcar é um dos principais responsáveis pelas doenças não-transmissíveis, como obesidade, doenças cardiovasculares e diabetes. A inulina, um carboidrato não-digerível traz vários efeitos benéficos à saúde podendo ser utilizada em muitos produtos como substituto do açúcar. Este trabalho teve por objetivo desenvolver *cookies* com café arábica, substituindo parcialmente o açúcar por inulina e analisar o efeito da inulina por meio de análises físicas, químicas e sensoriais. Foram elaborados produtos com diferentes proporções de inulina e açúcar, sendo respectivamente: 100% e 0% (F1), 75% e 25% (F2), 50% e 50% (F3), 25% e 75% (F4), e 0% e 100% (F5). Os dados foram analisados por meio de mapa de preferência externo. As amostras F3, F4 e F5 apresentaram boa aceitabilidade em todos os atributos sensoriais e na intenção de compra, onde os maiores valores positivos foram para as mesmas formulações. De acordo os resultados, a adição de inulina é viável sensorialmente, visto que a maioria das formulações apresentou uma boa aceitação sensorial.

Palavras-chave: aceitação sensorial; alimentos funcionais; *Coffea arabica*; frutanos

INTRODUÇÃO

Cookies são produtos de panificação caracterizados pela baixa atividade de água. Possuem como principais ingredientes farinha, açúcar e gordura; outros ingredientes que podem ser incluídos na formulação da massa são xaropes, sal, emulsificantes, sendo que esses são utilizados em pequenas quantidades (1). São amplamente consumidos em todo o mundo devido à conveniência e longa vida de prateleira. Tradicionalmente, possuem alto teor de açúcar e gordura, e várias pesquisas são realizadas com a finalidade de melhorar os valores nutricionais pela incorporação de proteínas e fibras como adição de semente de gergelim, fibras de milho e amaranto (2, 3, 4). O mundo enfrenta um grande problema de doenças não- transmissíveis, como obesidade, doenças cardiovasculares e diabetes, sendo o açúcar o principal fator desencadeador dessas doenças. A redução do açúcar é um desafio, especialmente em produtos de panificação, uma vez que interage significativamente com todos os ingredientes (5).

O desenvolvimento de novos produtos vem se destacando cada vez mais no mercado das indústrias alimentícias, especialmente quando se trata de alimentos funcionais. Dentre os alimentos funcionais destacam-se a soja, os probióticos e os prebióticos. Prebióticos são componentes alimentares não digeríveis, geralmente oligossacarídeos, com atividade bifidogênica, ou seja, capazes de estimular o crescimento e/ou atividade de algumas bactérias presentes no intestino (6). Comumente, a inulina pode ser utilizada como prebiótico, substituto de gordura, substituto do açúcar, modificador de textura, estabilidade de emulsão e para o desenvolvimento de alimentos funcionais a fim de melhorar a saúde devido ao seu papel benéfico na saúde gastrointestinal, com ação prebiótica (7, 8, 9).

A inulina GR é uma inulina padrão, levemente adocicada (10% de doçura em comparação com o açúcar), e combina facilmente com outros ingredientes sem modificar sabores delicados, sendo moderadamente solúvel em água (máximo 10% à temperatura ambiente) (9, 10). No entanto, a adição de frutanos tipo inulina resulta em mudanças nos atributos sensoriais de diferentes produtos panificados (10, 11, 12), e em cookies (13).

Assim, o objetivo desse trabalho foi desenvolver *cookies* com café arábica, substituindo parcialmente o açúcar por inulina e analisar o comportamento da inulina por meio de análises físicas, químicas e sensoriais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenvolvimento e elaboração da formulação de *cookies*

A formulação padrão foi produzida com os seguintes ingredientes: farinha de trigo (217 g), açúcar refinado (150 g), margarina (75 g), café (33,7 g), bicarbonato de sódio (4,5 g). A inulina GR foi fornecida pela empresa Orafti®. O produto Orafti®GR é em pó, composto de, aproximadamente, 92% inulina e 8% de glicose e frutose, é considerada como inulina padrão, com grau de polimerização (DP) ≥ 10 e com 10% de poder de dulçor (9). Os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local da cidade de Morrinhos/Goiás. Os cookies foram elaborados no Laboratório de Panificação do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos.

Posteriormente foram definidas as porcentagens de adição de inulina na amostra em substituição ao açúcar. Assim, foram elaborados *cookies* com a seguinte quantidade de inulina: 0% (F1), 25% (F2), 50% (F3), 75% (F4) e 100% (F5).

A mistura foi homogeneizada em batedeira planetária (6 velocidades, Venâncio, Brasil) por 3 minutos e forneado em forno elétrico (Fischer maximus, Brasil) a 180° por 25 minutos. Em seguida, os cookies foram resfriados à temperatura ambiente e armazenados em sacos de polietileno para as análises posteriores.

Análises físicas e químicas nas formulações dos *cookies*

As análises físicas e químicas realizadas nos *cookies* elaborados com café Arábica e adição em diferentes proporções de inulina foram:

- **Teor de Umidade:** o método utilizado foi o gravimétrico, determinando-se a perda do material submetido ao aquecimento a 105 °C em estufa, até massa constante (14);
- **Cinzas:** foi utilizado o método gravimétrico, determinando-se a perda de massa do material submetido ao aquecimento a 550 °C em mufla, até massa constante (14);
- **Lipídios:** foram determinados segundo a metodologia de Bligh & Dyer (15);

- **Força de cisalhamento:** O cisalhamento dos cookies foi analisado utilizando o texturômetro TA.XT/Plus/50 (Texture Analyser, TA-XT Plus, Surrey, England) e o software TextureExponent 32 (Texture Analyser, TA-XT Plus, Surrey, England). Foi realizado o cisalhamento dos *cookies* com o probe Warber Braztler (lâmina e guilhotina) a velocidade de 0,2 mm/s a temperatura ambiente de aproximadamente 25 °C., valores expressos em newton (N).

Análises sensoriais nas formulações dos *cookies*

O projeto foi submetido à avaliação do Comitê de Ética, aprovado e registrado sob o CAAE: 08916919.2.0000.0036. Para a realização do teste de aceitação sensorial, foram avaliados quanto à aceitação global e dos atributos aparência, aroma, textura e sabor, utilizando a escala hedônica estruturada de nove pontos e intenção de compra, utilizando a escala estruturada de cinco pontos. Foram recrutados 100 consumidores, sem restrições de sexo e classe social, dentre estudantes e funcionários do IFGoiano – Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, na faixa etária de 19 a 57 anos. Os participantes receberam um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) onde foram informados sobre o teste e assinaram, concordando com a participação do estudo.

As amostras foram servidas em cabines individuais do laboratório de Análise Sensorial no IFGoiano, sob iluminação branca, à temperatura ambiente, de forma monádica. Os provadores receberam um questionário para recrutamento para avaliar o hábito de consumo do *cookie*. Em seguida, cada provador recebeu uma ficha de avaliação para aparência global e intenção de compra para avaliar os *cookies*. Cada provador recebeu uma porção de cada amostra (aproximadamente 10g), em copos codificados com números aleatórios de três dígitos. Um copo de água filtrada foi oferecido para enxágue da boca entre as avaliações das amostras.

Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão múltipla, sendo considerados significativos os coeficientes dos modelos cujo valor de p esteve abaixo ou igual a 0,05. A regressão foi avaliada por meio de análise de variância, considerando-se regressão significativa quando $p \leq 0,05$ e sem falta de ajuste quando $p > 0,05$. Os resultados do teste de aceitação sensorial dos *cookies* foram tratados por meio de análises estatísticas multivariadas para construção de mapas de preferência externos com os resultados do teste de aceitação e propriedades físicas e químicas, utilizando programa Statistica 10.0 (StatSoft Inc., Oklahoma, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o mapa de preferência externo, o primeiro componente principal explicou 78,06% da variação dos dados e o segundo componente principal explicou 15,22%, totalizando 93,3% da variação total dos dados (Figura 1).

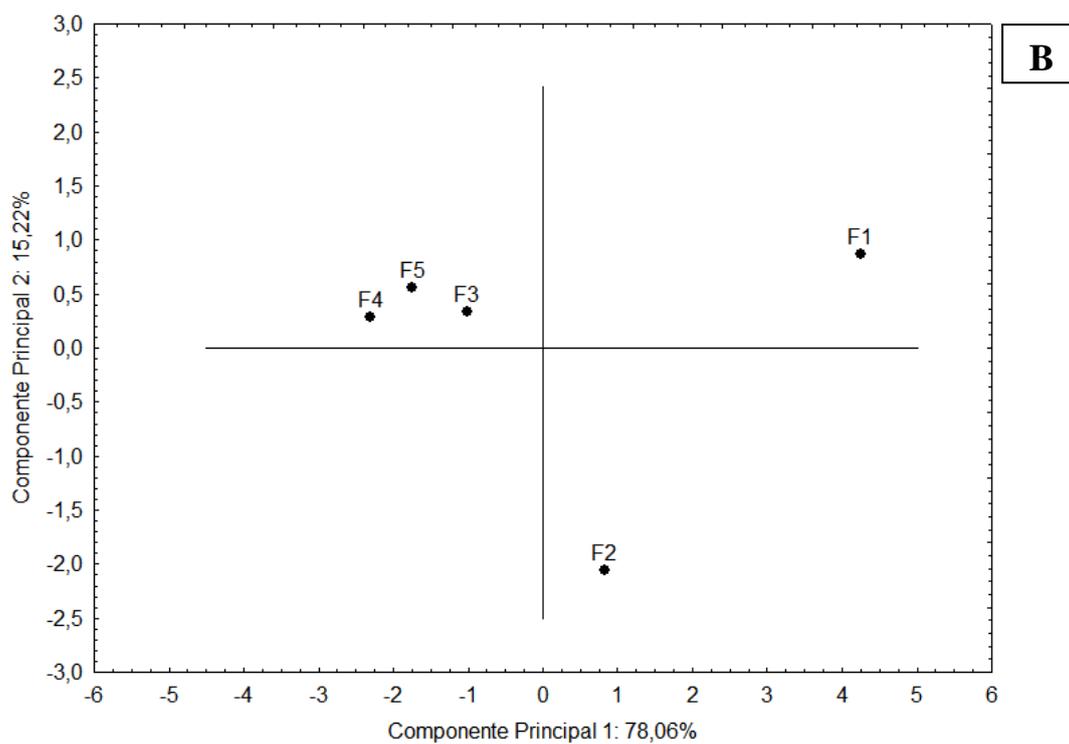
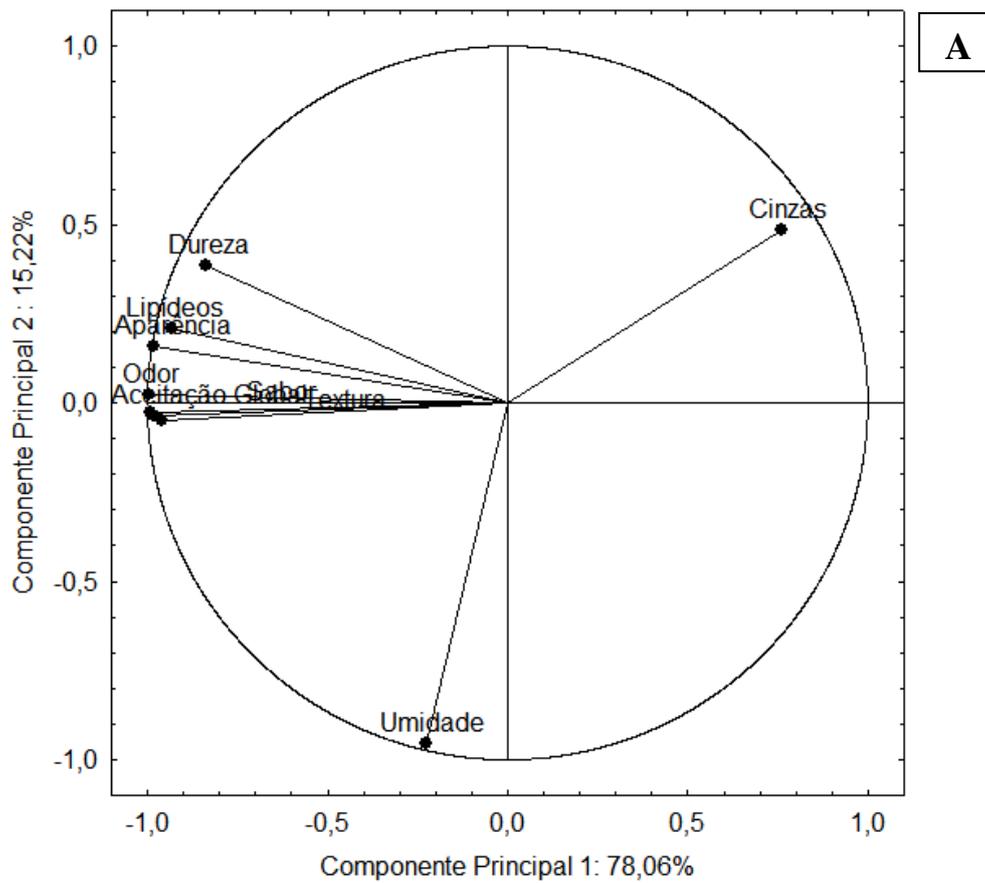


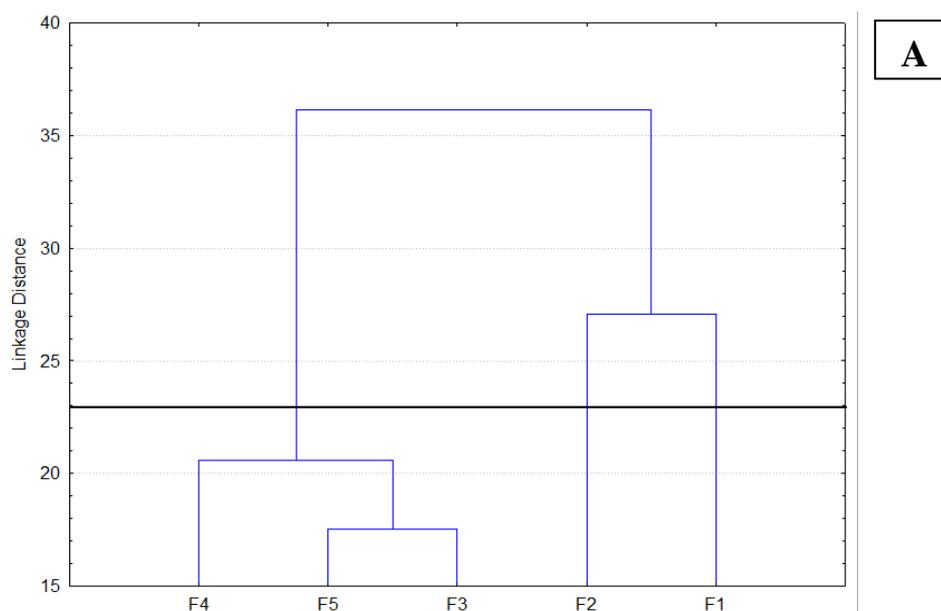
Figura 1. Mapa de preferência externo entre a aceitação sensorial e parâmetros físicos e químicos dos *cookies* elaborados com adição de café e diferentes proporções de inulina e açúcar, F1 (100%; 0%), F2 (75%; 25%), F3 (50%; 50%), F4 (25%; 75%) e F5 (0%; 100%). (A – Projeção das variáveis, B – Projeção das amostras).

Fonte: Elaborado pelos autores.

O primeiro componente principal é explicado pelo teor de cinzas (cargas fatoriais $\geq 0,7$ destas variáveis no componente principal 1) e pela aceitação global, aparência, sabor, odor, textura, teor de lipídeos e força de corte (cargas fatoriais $\leq -0,7$ destas variáveis no componente principal 1), sendo que as variáveis sensoriais, teor de lipídeos e força de corte estão correlacionadas positivamente entre si, mas negativamente correlacionadas ao teor de cinzas (Figura 1A). Observa-se que os *cookies* com maior quantidade de açúcar em sua formulação, F3 (50%I; 50% A), F4 (25%I; 75% A) e F5 (0%I; 100%A) obtiveram maior aceitação sensorial. Esta aceitação está correlacionada negativamente com o teor de cinzas e com o *cookie* com maior quantidade de inulina em sua formulação F1 (Figura 1B), ou seja, os *cookies* com menor adição de inulina são caracterizados por uma maior aceitação sensorial, maior força de corte e teor de lipídeos. Por outro lado, o *cookie* com maior adição de inulina em substituição ao açúcar, F1(100%I; 0%A) apresentou menor aceitação sensorial, uma vez que está posicionada no quadrante oposto a estas variáveis.

O segundo componente principal é explicado apenas pelo teor de umidade (Figura 1A), sendo que a formulação F2 se destaca para esta variável, ou seja, é descrito pelo maior teor de umidade (Figura 1B).

Para o dendogramas, a aceitação pela aparência e textura, a análise de cluster formou três grupos de amostras: um grupo com os *cookies* F3 (50%I; 50% A), F4 (25%I; 75% A) e F5 (0%I; 100% A) nas proporções de inulina e açúcar, um grupo com o *cookie* F2 (75%I ;25% A) e outro com o *cookie* F1 (100%I, 0%A).



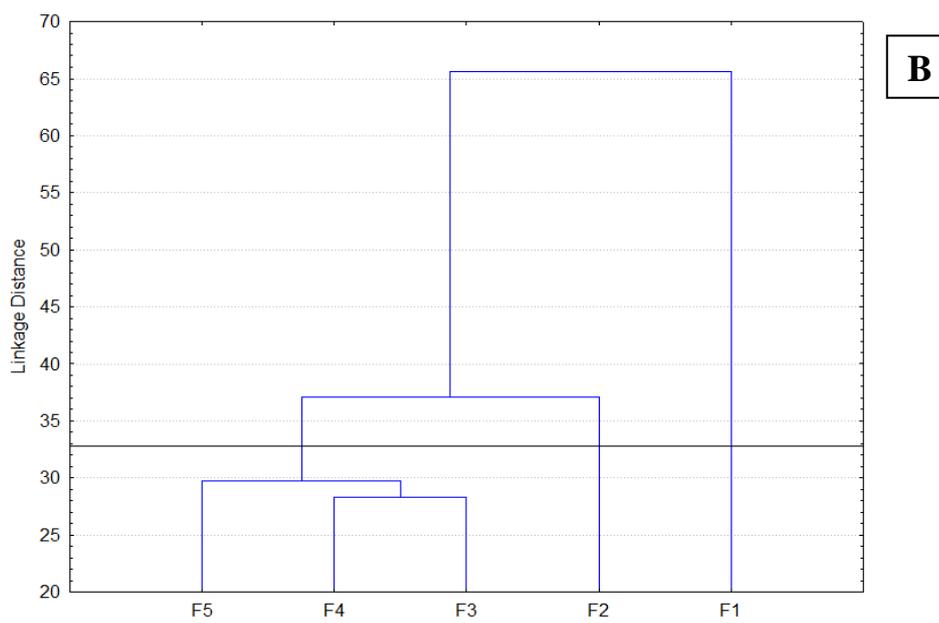


Figura 2. Dendogramas resultantes da análise de cluster (aparência-A e aceitação global-B) para *cookies* elaborados com adição de café e diferentes proporções de inulina e açúcar, F1 (100%I; 0%A), F2 (75%I; 25%A), F3 (50%I; 50%A), F4 (25%I; 75%A) e F5 (0%I; 100%A).

Fonte: Elaborada pelos autores.

Por outro lado, amostras em grupos diferentes apresentam dissimilaridades nas avaliações, e, portanto, os *cookies* com F1 e F2 foram aceitos de forma diferente entre si e em relação ao outro grupo de amostras. Dessa forma, observa-se maior aceitação pelos *cookies* F3, F4 e F5, com adição de até 50% de inulina em substituição do açúcar.

CONCLUSÕES

O estudo do desenvolvimento de *cookies* com adição de café arábica e substituição parcial do açúcar pela inulina é viável, visto que as formulações com até 50% de adição de inulina em substituição do açúcar tiveram uma boa aceitação em todos os atributos sensoriais e intenção de compra. Entretanto, pôde-se observar que a adição de inulina acima de 75% não teve boa aceitação nas análises afetivas. Conclui-se ainda que o teor de lipídios e força de corte tiveram uma correlação positiva com a aceitação sensorial.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal Goiano campus Morrinhos e ao CNPq pelo apoio financeiro para execução deste projeto.

REFERÊNCIAS

1. Pareyt, B, Delcour J. A. The role of wheat flour constituents, sugar and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookies. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2008; 48:824-39.
2. Shrestha AK, Noomhor A. Comparison of physico-chemical properties of biscuits supplemented with soy and kinema flours. *Int J Food Sci Technol.* 2002; 37(4):361-68.
3. Hoojjat P, Zabik M. E. Sugar-snap cookies prepared with wheat-navy bean-sesame seed flour blends. *Cereal Chem.* 1984; 61:41-44.
4. Chauhan A, Saxena DC, Singh S. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*amarantus spp.*) Flour. *LWT – Food Sci Technol.* 2015; 63:939-45.
5. Sain AW, Zannini E, Coffey A, Arendt EK. Sugar reduction in bakery products: current strategies and sourdough technology as a potential novel approach – a review. *Food Res Inter.* 2019; 126(1):1-17.
6. Fuchs RHF, Borsato D, Bona E, Haully, MCO. “Iogurte” de soja suplementado com oligofrutose e inulina. *Food Sci Technol.* 2005; 25(1):175-81.
7. Kelly G. Inulin-type prebiotics: a review: part 1. *Altern Med Rev.* 2008; 13(4): 315-29.
8. Shoaib M, Shehzad A, Omar M, et al. Inulin : properties, health benefits and food applications. *Carbohydr Polym.* 2016; 147(1):444-54.
9. Beneo. Orafti® inulin from natural sources. Disponível em: http://www.beneo.com/ingredients/human_nutrition/functional_fibres/inulin/ acesso em: 03 out. 2021.
10. Frank, a. Technological functionality of inulin and oligofrutose. *Br J Nut.* 2002; 87(2):287-91.
11. Volpini-Rapina LF, Sokei FR, Conti-Silva AC. Sensory profile and preference mapping of orange cakes with addition of prebiotics inulin and oligofrutose. *LWT – Food Sci Technol.* 2012; 48(1):37-42.
12. Wang J, Rosell CM, Barber CB. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chem.* 2002; 79(2):221-26.
13. Silva TF, Conti-Silva AC. Potentiality of gluten-free chocolate cookies with added inulin/ oligofrutose: chemical, physical and sensory *LWT – Food Sci Technol.* 2018; 90(1):172-79.
14. AOAC. Association of Official Analytical Chemists International. 18th ed. Current through rev. Arlington; 2006.

15. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Cana J Biochem Physiol.* 1959; 37(8):911-17.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-88>

Capítulo 88

ABORDAGEM GERAL SOBRE INSETOS COMESTÍVEIS

Cindy Sena Porto¹; Maria Olímpia Batista de Moraes²; Luciano Bertollo Rusciolelli³

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – NUTEC – IFBAIANO *campus* Uruçuca; E-mail: cindysena13@gmail.com, ²Docente/pesquisadora do Núcleo de Tecnologia de Alimentos – NUTEC – IFBAIANO *campus* Uruçuca. E-mail: maria.moraes@ifbaiano.edu.br, ³Docente/pesquisador do Núcleo de Tecnologia de Alimentos – NUTEC – IFBAIANO *campus* Uruçuca. E-mail: luciano.bertollo@ifbaiano.edu.br

Resumo: O consumo de insetos comestíveis por humanos é denominado entomofagia e é bastante influenciado por questões culturais e religiosas, sendo muito importante pelo seu valor nutricional. O objetivo principal dessa revisão foi apresentar uma abordagem geral sobre estudos com insetos comestíveis, abrangendo estudos sensoriais, aspectos e qualidade nutricional, processamento de insetos e alimentos contendo insetos em suas formulações. Por empregar métodos para testar a aceitabilidade e qualidade de determinado alimento, estudos utilizando análise sensorial mostraram que a incorporação de insetos processados nas formulações se mostrou mais promissora do que a ingestão de insetos sem processamento. Foi relatado que o valor nutricional dos insetos é muitas vezes superior às fontes comuns de proteína animal, demonstrando que a qualidade nutricional dos insetos é formada pela mesma substância encontrada nos animais comumente consumidos. Os insetos são numerosos e amplamente encontrados, podendo ser de fácil cultivo, exigindo poucos espaços de reprodução, diferente dos animais de grande porte. Além disso o inseto pode ser consumido por completo. Em áreas mais isoladas, os insetos são forma de subsistência rural, quando o alimento não está acessível ou disponível, podendo ser consumidos de três maneiras: inteiro, processados ou na forma de extrato (como por exemplo, a proteína isolada). Pesquisas vêm sendo feitas, porém há a necessidade de intensificação e propagação delas para estimular o consumo de insetos comestíveis como alternativa alimentar, assim, reduzindo os danos ao meio ambiente e desempenhando importante papel na conservação da biodiversidade.

Palavras-chave: Alimentação; Desenvolvimento de novos produtos; Inseto comestível;

INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial, estima-se que em 2050 a produção de alimentos terá que aumentar mais de 70% para conseguir alimentar todo mundo, segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (1). Esse provável crescimento da demanda pode pressionar continuamente a oferta de alimentos, exigindo novas soluções produtivas que garantam o aumento da disponibilidade de comida no planeta (2).

O inevitável aumento na produção de alimento pode causar grandes impactos ambientais, pois muitos desses processos então diretamente e indiretamente relacionados com as questões climáticas. Como exemplo, pode-se destacar os problemas relacionados ao aumento de gases causadores do efeito estufa e desmatamentos para criação de gado visando o suprimento da demanda por proteína animal (2).

Avaliando esse conjunto de fatores e visando processos produtivos mais sustentáveis que proporcionem valor nutritivo aos alimentos, vem se destacando os alimentos com proteínas provenientes de insetos, ou, insetos comestíveis (3).

O consumo de insetos por humanos é denominado entomofagia e é bastante influenciado por questões culturais e religiosas, sendo muito importante pelo seu valor nutricional. No Brasil, considerável número de pessoas da região nordeste possuem o hábito de consumirem formigas, da espécie tanajura, por influência cultural e por serem nutritivos, de fácil acesso e numerosos. Os insetos comestíveis podem estar mais amplamente em nosso cotidiano num futuro próximo, principalmente quanto à necessidade de fonte proteica (4; 5).

Os insetos comestíveis são fontes de nutrientes e proteínas de alto valor biológico e são ecologicamente sustentáveis, em comparação com os produtos cárneos convencionais. Estudos mostram que os insetos podem servir como suplemento nutricional em áreas rurais pobres e comunidades com a proposta de reduzir a falta proteica, que nos insetos estão presentes em níveis tão significativos quanto aqueles encontrados em fontes convencionais de proteína. No Congo mais de 200 famílias declararam mais de 65 espécies de insetos como alimento, e ainda se estima que 10% da proteína provinda de animais do local, são de insetos (6; 7).

Dessa forma, com a proposta de aprofundar o conhecimento sobre esse assunto, o objetivo dessa revisão foi apresentar uma abordagem geral sobre estudos com insetos comestíveis, abrangendo estudos sensoriais, aspectos e qualidade nutricional, processamento de insetos e alimentos contendo insetos em suas formulações.

1- ESTUDOS SENSORIAIS COM INSETOS.

A análise sensorial é uma ciência que estuda as percepções, sensações e reações do consumidor e/ou julgador sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição. Por empregar métodos para testar a aceitabilidade e a qualidade sensorial de determinado alimento, se torna muito importante no desenvolvimento de novos produtos, também sendo empregada para estabelecer normas, critérios e referências de qualidade. A análise sensorial é utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e outros materiais da forma como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição, assim se torna possível analisar propriedades importantes, como, cor, textura, odor, gosto e sensações (8; 9).

Um estudo utilizou a farinha de inseto no desenvolvimento de biscoito com alto valor proteico. A fração mássica de incorporação da farinha de grilo nas amostras A, B, C, D, E, e F foram respectivamente 0 %, 2 %, 5 %, 8 %, 12 % e 0% em relação a mistura de farinhas, sendo esta última com teor de gordura diferente da primeira. Os testes de análise sensoriais foram realizados por 54 julgadores não treinados. O resultado mostrou que a incorporação de farinha de grilo nos biscoitos desenvolvidos foi sensorialmente imperceptível até o limite de 5% da fração mássica na mistura de farinhas. Contudo, mostrou efeito negativo ao consumidor quando o nível de incorporação foi de 8% (5).

Outro estudo foi feito avaliando atributos sensoriais de pães contendo farinha de grilo em sua composição. O trabalho consistiu em dividir um conjunto de pessoas em três grupos, cada um recebeu informações diferentes sobre o produto. Um grupo recebeu informações positivas, outro negativas e outro informações gerais, e o objetivo foi verificar se as informações fornecidas poderiam interferir nas avaliações sensoriais. Antes da degustação os participantes observaram os pães com farinha de grilo. Como resultado, foi constatado que o fornecimento de informações influenciou nas avaliações sensoriais. Os consumidores mostraram interesse geral pelo produto, indicando que as informações fornecidas influenciaram positivamente em suas escolhas (10).

Uma pesquisa foi feita para avaliar o sabor de quatro lanches a base de insetos empregando um painel de degustação, cujos participantes foram 62 jovens consumidores italianos. Dois dos lanches possuíam o inseto comestível inteiramente visível, e os outros continham a farinha de inseto incorporada na formulação. O interesse por conhecer todos os ingredientes do produto gerou desconfiança geral sobre ele, e isso afetou negativamente a impressão geral dos produtos julgados. Lanches contendo inseto inteiramente visível foram os menos preferidos, mostrando que a sensação de rejeição ainda é alta. Espera-se que quando os consumidores superarem essa sensação por meio do emprego de campanhas, as avaliações dos alimentos contendo insetos comestíveis serão mais aceitáveis. Por outro lado, os lanches contendo a farinha de inseto na formulação foram preferidos, evidenciando que a incorporação de insetos na formulação de alimentos pode ser explorada estrategicamente na sua forma processada, como farinha (11).

Mais uma vez com os consumidores italianos, outro estudo sobre a percepção dos consumidores ao potencial consumo de insetos e alimentos à base de insetos, revelou que os homens apresentaram dados mais positivos ao consumo de insetos em relação às mulheres. Características como neofobia e repulsa, foram muito importantes para a formação de atitudes de rejeição dos italianos em relação a entomofagia. Uma avaliação sensorial foi realizada com 52 italianos utilizando três amostras de diferentes produtos contendo insetos em suas formulações. A primeira amostra foi grilos inteiros secos e sem sabor, a segunda pães com pedaços de grilos secos e a terceira amostra foi um biscoito à base de farinha de grilo. Os resultados revelaram que a menor visibilidade do inseto nos alimentos esteve diretamente relacionada com a aceitação e a disposição para comer, mostrando que quanto mais visível, menor era o interesse (12).

Diante dos estudos apresentados, a incorporação de insetos processados nas formulações se mostrou mais promissora do que a ingestão de insetos sem processamento na forma integral.

2- VALOR E QUALIDADE NUTRICIONAL DOS INSETOS

Estudos mostram que o valor nutricional dos insetos é muitas vezes superior às fontes comuns de proteína animal, devido a concentração. A qualidade nutricional dos insetos é formada pelo mesmo conjunto de aminoácidos encontrados nos animais comumente consumidos, como a carne bovina. Contudo, a qualidade da proteína, macromoléculas essenciais para a vida, e, o valor nutricional dos insetos estão relacionados às condições ambientais, e pode mudar devido à biótica e abiótica de seu habitat. O perfil proteico também apresenta benefícios devido à quantidade de aminoácidos essenciais e a digestibilidade (4; 13). A quantidade de proteína dos insetos, é muito elevada, com muitas espécies apresentando teor acima de 60%. Possuem grande

quantidade de lipídeos, de 7 a 77 g / 100 g de peso seco, sendo esta variação de acordo com a espécie do inseto. O índice calórico se apresenta entre 293 e 762 kcal / 100 g de peso seco. São ricos em potássio, sódio, fósforo, manganês, cobre, magnésio e cálcio e são altamente digestivos. Também podem ser fonte de fibra devido ao seu alto teor de quitina, correspondendo a cerca de 10% de todo o inseto seco. Com relação às vitaminas e os minerais, muitos insetos comestíveis possuem alto teor de ferro e zinco, se tornando alternativas estratégicas para a redução da deficiência de ingestão desses minerais por mulheres grávidas nos países em desenvolvimento e em pessoas que aderiram à dieta com restrições de carne no mundo todo (4; 7).

No estado de Meghalava, da Índia, cupins são servidos como fonte de proteínas e apresentam conteúdo proteico de 87% e aproximadamente 2,7% de carboidratos (14). Ainda na Índia, foram avaliados recentemente insetos aquáticos potencialmente comestíveis para notificar aos consumidores sobre suas qualidades nutricionais e quantidade recomendada de ingestão. Foi analisado uma quantidade significativa de proteína, elevados níveis de cálcio, sódio e magnésio mostrando que os insetos podem ser boa fonte de minerais, além de excelente fonte proteica. As propriedades antinutricionais estavam abaixo de 0,52%, revelando um grau não tóxico. Insetos aquáticos como *C. tripunctatus*, podem conter considerável atividade antioxidante de 110 µg / mL. Com isso, concluiu-se que esses insetos podem ter impacto positivo na gestão do meio ambiente, saúde e segurança alimentar (15).

3- PROCESSAMENTO DE INSETOS

Em muitos lugares os insetos são numerosos e amplamente encontrados, podendo ser de fácil cultivo, exigindo poucos espaços de reprodução, diferente dos animais de grande porte. Além do mais, o inseto pode ser consumido por completo. Ao contrário dos outros animais, onde na grande maioria das vezes as vísceras, sangue e ossos são subprodutos e não são usados como alimento (2).

A criação de insetos comestíveis já faz parte das atividades de rotina de muitas comunidades na África Subsaariana, América Latina e Sudeste Asiático. Nesses locais, os insetos cultivados, são consumidos após serem processados, e são vendidos no comércio local e/ou exportados. Nas áreas mais isoladas, os insetos são forma de subsistência rural, quando o alimento não está acessível ou disponível (16).

Na Tailândia, os insetos florestais são uma forma de alimento bem popular. São comercializados grilos, pupas de bicho-da-seda e vermes de bambu, todos cozidos e acondicionados em latas. Atualmente, aproximadamente 4.500 famílias em Khon Kaen criam grilos, com destaque para 400 famílias de duas aldeias locais que produzem cerca de 10 toneladas de grilos no verão, período de pico de produção. A grande maioria dos insetos cultivados vão para mercados ao ar livre e a outra parte são exportados (17).

Uma pesquisa foi feita avaliando o conteúdo microbiológico de insetos comestíveis processados e armazenados, com base em larva de farinha (*Tenebrio molitor*) e grilos domésticos (*Acheta domesticus*). Etapas de aquecimento foram o suficiente para eliminar Enterobacteriaceae, porém, algumas bactérias formadoras de esporos sobreviveram em insetos cozidos. Conservação pelo método de secagem e acidificação também foram testados e os resultados mostraram ser bem promissores. A fermentação láctica em farinha de larvas foi bem-sucedida, mostrando ser eficazes na manutenção da vida útil e segurança do alimento (18).

Na Amazônia, a entomofagia entre grupos indígenas é mais comum do que em outras regiões do Brasil. Relatado por 39 etnias, 209 espécies de insetos foram identificadas, dentre elas as predominantes são, besouros, vespas, formigas, abelhas, térmitas, borboletas e mariposas. Os insetos são consumidos crus ou processados, torrados em folhas, fritos, assados ou defumados. Geralmente a forma imatura do inseto é mais preferível, como larvas, lagartas e pupas. Lagartas e gafanhotos são consumidos na forma cozida. Esses insetos estão incluídos na dieta dos moradores da região durante todo ano (17).

4- FORMULAÇÕES DE ALIMENTOS COM INSETOS

Os insetos podem ser consumidos de três maneiras: inteiro, processados ou na forma de extrato (como por exemplo, a proteína isolada) (2).

No estudo realizado por Machado e colaboradores (19) foi utilizado o pó de grilo (*Gryllus assimilis*) como fonte de proteína para formulação e fabricação de pão sem glúten. As análises realizadas no pó de grilo verificaram boas condições sanitárias, alto teor proteico e alta capacidade de absorção de água, indicando que produtos de panificação enriquecidos com ele podem manter suas boas propriedades durante o armazenamento. A adição do pó de grilo melhorou significativamente as questões nutricionais dos pães em relação a quantidade de proteínas e de lipídeos. Concluíram, que foi possível fabricar pão sem glúten de ótima qualidade nutricional por meio do enriquecimento com a farinha de inseto, através do emprego de grilo em pó.

Na pesquisa realizada por Correia (5) foi utilizada farinha de insetos na elaboração de biscoitos com o objetivo de elevar o teor de proteínas. A finalidade foi estudar em que grau de incorporação da farinha nos biscoitos seria mais aceitável pelos consumidores. Observou-se que o grau de incorporação da farinha de grilo na mistura em até 12%, permitiu obter uma massa semelhante as massas sem a farinha de grilo. Nos testes sensoriais, foi observado que a incorporação da farinha de 2 a 5% afetaram as características sensoriais dos biscoitos.

Foi avaliada uma ferramenta para melhorar a aceitação dos consumidores, sabor geral e propriedades sensoriais de alimentos adicionados de grilos comestíveis. Para isso, inicialmente foi feito o desengorduramento dos insetos, através do emprego de solvente orgânico que permitiu melhor extração lipídica. Após isso, todos os grilos desengordurados foram incluídos em barras de cereais e frutas secas. Essa inclusão teve efeito positivo nas avaliações sensoriais. Os produtos que inseriram grilos inteiros tiveram baixa aceitação. Os resultados do estudo indicam que o desengorduramento dos grilos eliminou os efeitos sensoriais negativos, especialmente o odor que foi associado com as barras incorporadas com os grilos inteiros (20).

CONCLUSÕES

Com o aumento da população prevê-se que daqui a alguns anos as formas comuns de consumo de proteínas serão mais desafiadoras devido ao aumento da população mundial. Dado o exposto, essa revisão apresentou uma abordagem geral sobre os insetos comestíveis como alternativa à segurança alimentar, apresentando seus benefícios ao serem incorporados à dieta humana, bem como a avaliação dos impactos tecnológicos, ambientais e nutricionais, indicando que devem estar cada vez mais presentes à realidade industrial, processamento e formulações de produtos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia campus Uruçuca, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e Programa de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica na Pesquisa do IF BAIANO pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. FAO – food and agriculture organization of the united nations. Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos [Internet]. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); 2017 [acesso em 13 de Outubro 2021]. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>.
2. Neves A. Determinants of consumers' acceptance of insects as food and feed: A cross-cultural study [dissertação]. Porto: Faculty of Sciences, University of Porto; 2015.
3. Ferreira, Y. Insetos comestíveis pode se tornar ‘novo normal’ com interesse do Brasil em mercado [Internet]. 2021. [acesso em 13 de Outubro 2021]. Disponível em: <https://www.hypeness.com.br/2021/03/insetos-comestiveis-pode-se-tornar-novo-normal-com-interesse-do-brasil-em-mercado/>.
4. Macedo IME, Veloso RR, Medeiros HAF, Padilha MRF, Ferreira GS, Shinohara NKS. Entomophagy in different food cultures. *Revista Geama*. 2017;58-62.
5. CORREIA, Paulo José dos Santos Ferreira. Desenvolvimento de um produto de pastelaria elaborado com farinha de insetos [dissertação]. Porto: Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto; 2019.
6. ILLGNER, P.; NEL, E. The geography of edible insects in sub-Saharan Africa: a study of the mopane caterpillar. *Geographical Journal*. 2005;336-351.
7. Belluco S, Losasso C, Maggioletti M, Alonzi CC, Paoletti MG, Ricci A. Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 2013;296-313.
8. Minim, Valéria Paula Rodrigues. *Análise Sensorial – Estudos com Consumidores*. 3 ed. Editora: UFV, Viçosa, MG, 2013.
9. Teixeira LV. *Análise sensorial na indústria de alimentos*. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 2009;12-21.
10. Pambo KO, Okello JJ, Mbeche RM, Kinyuru JN, Alemu MH. The role of product information on consumer sensory evaluation, expectations, experiences and emotions of cricket-flour-containing buns. *Food Research International*. 2018;532-541.
11. Cicatiello C, Vitali A, Lacetera N. How does it taste? Appreciation of insect-based snacks and its determinants. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2020;100211.
12. Tuccillo F, Marino MG; Torri L. Italian consumers' attitudes towards entomophagy: Influence of human factors and properties of insects and insect-based food. *Food research International*. 2020;109619.
13. Melo-ruiz V, Sánchez-herrera K, García-núñez M, Díaz-garcía R, García L. Edible insects source of nutrients to improve food security worldwide. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2013;317.

14. Gahukar RT. Entomophagy can support rural livelihood in India. *Current Science*. 2021;10.
15. Shantibala T, Lokeshwari RK, Debaraj H. Nutritional and antinutritional composition of the five species of aquatic edible insects consumed in Manipur, India. *Journal of Insect Science*. 2014.
16. Gahukar RT. Edible insects farming: efficiency and impact on family livelihood, food security, and environment compared with livestock and crops. In: *Insects as sustainable food ingredients*. Academic Press, 2016;85-111.
17. Johnson, DV. et al. The contribution of edible forest insects to human nutrition and to forest management. *Forest insects as food: Humans bite back*. 2010; 5-21.
18. Klunder HC, Wolkers-Rooijackers J, Korpela JM, Nout MR. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food control*. 2012;628-631.
19. Machado CR, Thys, RCS. Cricket powder (*Gryllus assimilis*) as a new alternative protein source for gluten-free breads. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2019;102180.
20. Ribeiro JC, Lima RC, Maia MR, Almeida AA, Fonseca AJ, Cabrita ARJ, et al. Impact of defatting freeze-dried edible crickets (*Acheta domesticus* and *Grylloides sigillatus*) on the nutritive value, overall liking and sensory profile of cereal bars. 2019;108335.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-89>

Capítulo 89

EFEITO DA ADIÇÃO DE SPIRULINA NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, FÍSICO-QUÍMICAS, BIOATIVAS E SENSORIAIS DE BISCOITOS: REVISÃO DE LITERATURA

Joquebede Alves Santos¹; Silvia Paula da Silva Alexandrino²; Virna Luiza de Farias³

¹Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos - IFCE; E-mail: joquebedealvez525@gmail.com,

²Estudante do Mestrado em Tecnologia de Alimentos - PGTA – IFCE; E-mail: silviadypaula@outlook.com, ³Docente do Mestrado em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE. E-mail: virna@ifce.edu.br.

Resumo: A Spirulina é reconhecida por seu elevado teor protéico, de ácidos graxos essenciais e de compostos bioativos. Além de já ser comercializada na forma de suplemento, cresce o interesse pela sua aplicação em alimentos como forma de agregar valor a alimentos frequentemente consumidos, principalmente da área de panificação, como biscoitos. O objetivo desta revisão é compreender, por meio da análise de artigos científicos, como a Spirulina influencia nas características de biscoitos, buscando identificar a melhor concentração a ser utilizada nesse tipo de alimento. Para isso, realizou-se a pesquisa por artigos envolvendo a incorporação de Spirulina em biscoitos. As pesquisas foram realizadas nas bases de dados Periódicos CAPES e no Google Acadêmico, publicados nos anos de 2018 a 2021, utilizando os seguintes termos: “Spirulina + Cookies”, “Spirulina + Production of cookies”. Foram escolhidos apenas artigos publicados em periódicos, em inglês, nos quais foi realizada a comparação entre biscoitos sem Spirulina e com adição em diferentes concentrações. Apesar de a influência da Spirulina ter variado entre os estudos, o que pode ser justificado em parte pelas diferentes formulações dos biscoitos, observou-se, de maneira geral, que a incorporação da microalga resultou em incremento no conteúdo de proteína e de minerais, aumento da concentração de polifenóis e da atividade antioxidante, aumento da intensidade da coloração azul-esverdeada, e redução da aceitação sensorial. Na maioria dos casos, houve aumento da dureza e redução da umidade. Concluiu-se que o máximo de 5% de Spirulina deve ser adionada em biscoitos para ter boas propriedades físicas e aceitação sensorial.

Palavras-chave: clorofila; microalgas; panificação; proteína

INTRODUÇÃO

Spirulina é uma da cianobactéria, também chamada de alga azul-esverdeada, pertencente ao grupo das microalgas. Dentre as cianobactérias, *Spirulina*, também conhecida como *Arthrospira*, é o gênero mais conhecido, e é também o nome comercial das espécies *Arthrospira platensis* e *Arthrospira máxima* (1,2).

A *Spirulina* possui uma rica composição nutricional, sendo reconhecida por sua composição em minerais, ácidos graxos, vitaminas, e principalmente proteínas, e por seus efeitos benéficos ao organismo relacionados à presença de compostos bioativos (3,4). Da Silva, Do Valle, Perrone (1), detectaram 80% de proteínas em biomassa desidratada em estufa de *Spirulina maxima*. Segundo Onacik-Gür, Żbikowska, Majewska (5), por ser rica em compostos bioativos, sua ingestão diária não deve ser superior a 2,5 g.

Assim, tem aumentado o interesse pela ingestão da *Spirulina*, não apenas como suplemento. As microalgas em geral já são utilizadas em alimentos de formas variadas, podendo ser como corantes naturais ou como ingredientes em massas, macarrão, barras de chocolate, pipocas, frutas e suco de frutas, bebidas nutritivas em pó, sobremesas geladas e condimentos (6,7,8).

Dentre os produtos que podem ser enriquecidos com *Spirulina* destacam-se os biscoitos, por ser um lanche rápido, de baixo custo, por possuírem longa vida de prateleira, por serem bastante consumidos por uma ampla faixa de consumidores, e por serem facilmente formulados a fim de veicular substâncias de interesse, e, portanto, facilmente aumentando o seu valor nutricional e conferindo propriedades benéficas (3).

A *Spirulina* tem um grande potencial para aplicação em alimentos (4), entretanto os principais desafios relacionados à sua incorporação em formulações alimentícias é a possibilidade de modificação da textura original do produto e a cor azul-esverdeada que confere ao alimento ao qual é adicionada. De acordo com Onacik-Gür, Żbikowska, Majewska (5), ingredientes com alto teor de proteínas, como é o caso da *Spirulina*, podem afetar a dureza dos produtos. Já Şahin (8) relata que a cor esverdeada não costuma ser atrativa em produtos de panificação.

Portanto, ao planejar a elaboração de um produto contendo *Spirulina* como ingrediente, é importante compreender como ela afeta as características do produto, a fim de definir a concentração a ser utilizada. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo compreender, por meio da análise de artigos científicos, como a *Spirulina* influencia nas características de biscoitos, buscando identificar a melhor concentração a ser utilizada nesse tipo de alimento.

SELEÇÃO DOS ARTIGOS

Realizou-se a pesquisa por artigos científicos envolvendo a incorporação de *Spirulina* em biscoitos. As pesquisas foram realizadas nas bases de dados Periódicos CAPES e no Google Acadêmico, com intervalo de busca de 2018 a 2021, utilizando os seguintes termos: “*Spirulina + Cookies*”, “*Spirulina + Production of cookies*”. Foram escolhidos apenas artigos publicados em periódicos, em inglês, nos quais foi realizada a comparação entre biscoitos sem *Spirulina* e com adição de diferentes concentrações. Foram selecionados 5 artigos, que estão listados na Tabela 1.

É importante enfatizar que cada trabalho avaliou biscoitos contendo diferentes ingredientes, em diferentes proporções. A *Spirulina* utilizada foi em pó, sendo em alguns casos adquirida comercialmente e em outros cultivada pelos próprios pesquisadores. Na maioria dos trabalhos foi utilizada a microalga liofilizada, mas houve também uso de

Spirulina desidratada em estufa. Além disso, a maioria dos artigos selecionados estudaram a incorporação da espécie *Spirulina platensis*, mas um dos artigos avaliou *Spirulina maxima*. Essas diferenças podem ocasionar resultados divergentes, mas ainda assim buscou-se estudos os mais semelhantes possíveis. Ao mesmo tempo, essas diferenças são interessantes para avaliar a influência da microalga em diferentes situações. Ressalta-se ainda que os tipos de análises realizados em cada artigo foram diferentes, e por isso nem todas as pesquisas são citadas na discussão dos diferentes parâmetros.

Quadro 15 – Lista de artigos selecionados contendo a autoria e detalhamento das formulações dos biscoitos avaliados.

Autoria	Composição do biscoito controle	Adição de Spirulina
Onacik-Gür, Żbikowska, Majewska (5)	47,7% de mistura de farinhas (1: 1: 1: 1 trigo - 0,5% cinzas, trigo integral - 2% cinzas, aveia integral - cinzas 2%, cevada integral - cinzas 1,6%), 6,2% de gordura de palma, 24,9% óleo de girassol alto oleico, 20,7% de açúcar, 0,1% de fermento em pó, 1,8% de lecitina de colza, 5% de água.	1%, 2% e 3% de Spirulina em substituição à mistura de farinhas utilizada na amostra controle, sem Spirulina. Foi utilizada <i>Spirulina platensis</i> (Spirulina) comercial.
Donato et al. (9)	Óleo, açúcar, ovos, água, essência de baunilha, lecitina, farinha de trigo, sal e bicarbonato de sódio.	5 formulações: F1 sem Spirulina com farinha de trigo refinada; F2 sem Spirulina com farinha de trigo integral; F3 com 5% de Spirulina; F4 com 10% de Spirulina e F5 com 15% de Spirulina. Os percentuais se referem às substituições de farinha de trigo refinada. Foi utilizada <i>Spirulina platensis</i> (Spirulina) cultivada liofilizada.
Şahin (8)	27,9% de farinha de trigo integral, 30,04% de farinha de arroz e 9,12% de sêmola, 6,12% de leite e 26,82% de manteiga.	Formulação com farinha de trigo integral (controle) e duas formulações com substituição parcial por Spirulina, sendo uma na proporção de 1% e a outra de 2%. Foram realizadas também as mesmas substituições com <i>Dunaliella salina</i> . Foi utilizada <i>Arthrospira platensis</i> (Spirulina) cultivada liofilizada.
Uribe-Wandurraga et al. (10)	43,3% a 41,8% de farinha de trigo, 25% de água, 18% de manteiga, 13% de açúcar granulado e 0,2% de sal.	Formulação controle, sem Spirulina e formulações com 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% de substituição de farinha de trigo por Spirulina. Foram realizadas também as mesmas substituições com <i>Chlorella</i> . Foi utilizada <i>Arthrospira platensis</i> (Spirulina) liofilizada comercial.

Da Silva, Do Valle, Perrone (1)	<p>Primeira etapa: 100 a 85 g de farinha de trigo integral, 82,3 g de açúcar demerara, 82,3 g de xarope de agave, 57,1 g de óleo de coco, 40 g de cacau em pó, 5,7 g de fermento em pó, 57 mL de água, 9 mL extrato de baunilha.</p> <p>Segunda etapa: 80 g de farinha de trigo integral, 80 g cacau em pó, 40 g de açúcar demerara, 40 g de melão de cana, 30 g óleo de coco, 4,5 g de fermento em pó, 0,1 g de ácido cítrico, 60 mL de água, 8 mL de extrato de baunilha, 20 a 0 g do encapsulante anidrido octenil succínico.</p>	<p>Primeira etapa: formulações sem <i>Spirulina maxima</i>, e com 5%, 10% e 15% de substituição de farinha de trigo por <i>Spirulina maxima</i></p> <p>Segunda etapa: formulações sem Spirulina e com 20% de substituição da farinha de trigo por Spirulina não encapsulada e por Spirulina encapsulada.</p> <p>Foi utilizada <i>Spirulina maxima</i> (Spirulina) cultivada desidratadas em estufa.</p>
---------------------------------	--	---

Fonte: as autoras, 2021

INFLUÊNCIA NOS PARÂMETROS FÍSICOS

Onacik-Gür, Żbikowska, Majewska (5) verificaram redução da dureza de biscoitos com o aumento da concentração de Spirulina quando adições de 1%, 2% e 3% foram realizadas em substituição à mistura de farinhas utilizada na amostra controle, sem Spirulina. Segundo os autores, a farinha utilizada no experimento controle era rica em fibras, com elevada capacidade de absorver água. Com as substituições parciais dessa farinha pela Spirulina, a absorção de água no biscoito foi reduzida, tornando a estrutura menos compacta e, conseqüentemente, menos dura.

Esses resultados corroboram com os dados obtidos na pesquisa de Donato et al. (9), na qual, pelos dados de textura instrumental, observou-se que o biscoito com 5% de Spirulina apresentou maior dureza, e que esse parâmetro diminuiu com o aumento da concentração da microalga, enquanto a amostra com farinha de trigo integral foi a que se apresentou mais macia dentre todas.

Comportamento divergente foi observado por Şahin (8), pois a substituição parcial da farinha de trigo integral (controle) por 1% e 2% de Spirulina aumentou a dureza dos biscoitos, sendo maior na amostra com 2%. O autor relaciona esse fato à elevada concentração de proteína presente na Spirulina incorporada à massa do biscoito, o que pode ter tornado essa massa mais forte.

Onacik-Gür, Żbikowska, Majewska (5) verificaram que a densidade dos biscoitos não foi afetada pela adição de Spirulina, quando comparados à amostra controle, nem pelas diferentes concentrações adicionadas da microalga. O mesmo ocorreu para o diâmetro e para a espessura dos biscoitos. Já a taxa de espalhamento reduziu-se com a incorporação da Spirulina, mas não foi afetada pelas diferentes concentrações adicionadas.

Os biscoitos avaliados por Onacik-Gür, Żbikowska, Majewska (5) tornaram-se mais verde-azulados a cada aumento na concentração de Spirulina adicionada. Já o índice de escurecimento (*browning index*), que indica a pureza da cor marrom, reduziu-se com o aumento da concentração de Spirulina nos biscoitos.

Na análise de cor instrumental dos biscoitos avaliados por Donato et al. (9), foi observado que a substituição da farinha de trigo por *Spirulina* promoveu mudança na intensidade da cor avermelhada para uma cor esverdeada, e isso ocorreu somente na superfície superior dos biscoitos. Houve ainda redução da intensidade da cor amarelada como consequência do aumento da concentração de *Spirulina* nas formulações, uma vez que, segundo Chevallier et al. (11) essa tonalidade amarela é decorrente da reação de Maillard, que ocorre devido à presença de açúcares e proteínas na farinha de trigo.

A redução da coloração amarela relatada por Onacik-Gür, Żbikowska, Majewska (5) e por Donato et al. (9) pode indicar que o aumento da substituição da farinha utilizada na formulação controle pela *Spirulina* na formulação dos biscoitos reduz a reação de Maillard durante a cocção ou que a coloração verde da *Spirulina* mascara a coloração escura proveniente dos produtos dessa reação de escurecimento não enzimático.

Da mesma forma que nos trabalhos já citados, os parâmetros de cor instrumental avaliados nos biscoitos estudados por Şahin (8) indicaram coloração mais escura e esverdeada com o aumento da concentração de *Spirulina*, fato que o autor justificou pela presença da clorofila da microalga.

Da Silva, Do Valle, Perrone (1) relataram diferença de luminosidade entre o biscoito controle (sem *Spirulina maxima*) e aqueles com substituição de 20% de farinha de trigo por biomassa de *Spirulina* desidratada e *Spirulina* microencapsulada, entretanto não houve diferença significativa entre os últimos. Comparando os biscoitos contendo *Spirulina* não encapsulada e encapsulada, observou-se que a microencapsulação ajudou na conservação dos pigmentos clorofila e ficocianina, o que intensificou a cor verde-azulada, indicando a eficiência dessa técnica na conservação dos pigmentos presentes na microalga, mesmo após os biscoitos terem sido submetidos ao calor.

INFLUÊNCIA NOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Onacik-Gür, Żbikowska, Majewska (5), ao avaliar o enriquecimento de biscoitos integrais com *Spirulina platensis*, testaram a substituição da mistura de farinhas por 1%, 2% e 3% de *Spirulina*, e observaram a redução da umidade com o aumento da concentração da microalga, obtendo-se 4,05%, 3,83%, 3,79%, respectivamente. A amostra sem microalga apresentou 4,16% de umidade.

Uribe-Wandurraga et al. (10) também observaram conteúdos de umidade mais baixos nas amostras com *Spirulina* em comparação com as contendo *Chlorella* e a controle (sem microalga), e que a redução do teor de água se intensificou com o aumento das concentrações de *Spirulina*. O menor valor obtido foi 4,23%, na formulação com maior concentração de *Spirulina*, que foi 2%.

Da mesma forma que nos trabalhos acima citados, Şahin (8) também verificou redução da umidade dos biscoitos quando houve a substituição da farinha de trigo integral (controle) pela *Spirulina*, e que a redução foi mais intensa no biscoito com 2% de *Spirulina* em comparação ao biscoito com 1%. Os valores obtidos foram de 13,08% para a formulação controle, 12,58 % para a formulação com 1% de *Spirulina*, e de 11,36% para a formulação com 2% de *Spirulina*.

Já no estudo de Donato et al. (9), que avaliou a incorporação de biomassa de Spirulina liofilizada em biscoitos em substituição à farinha de trigo refinada ou integral nas concentrações de 5%, 10% e 15%, não foi observada redução gradual de umidade com o aumento da concentração de Spirulina adicionada, pois o biscoito com 15% da microalga avaliada apresentou 14,45% de umidade, a formulação com 5% apresentou 8,38%, enquanto a formulação com farinha de trigo integral apresentou 15,07%.

É possível observar que os conteúdos de umidade foram distintos nos estudos de Onacik-Gür, Żbikowska, Majewska (5), Uribe-Wandurraga et al. (10) e Şahin (8) quando o mesmo percentual de farinha de trigo, por exemplo 2%, foi substituído por Spirulina, o que pode ser justificado pela diferença na composição das formulações.

Dentre as amostras com Spirulina, a com maior concentração (15%) também apresentou maior teor de cinzas, de 1,44%, sendo inferior apenas à amostra elaborada com farinha de trigo integral (1,68%) (9).

Os biscoitos com Spirulina apresentaram maior quantidade de cinzas comparando com os contendo Chlorella e o controle (sem microalga). As formulações com 1,5% e 2% de Spirulina apresentaram 0,791% e 0,792% de cinzas, respectivamente (10). Isso indica que a adição dessas microalgas proporcionou aumento na concentração de minerais dos biscoitos.

Dentre os biscoitos avaliados por Şahin (8), não houve diferença significativa no teor de cinzas, mesmo quando comparados à formulação controle (sem Spirulina, com farinha de trigo integral). Os valores detectados para o biscoito controle, com 1% e com 2% de Spirulina foram 1,70%, 1,68% e 1,66%, respectivamente.

Quanto à composição mineral, as maiores concentrações detectadas foram de potássio e enxofre, com 650,0 mg/100 g e 330,0 mg/100 g, respectivamente, no biscoito com 15% de Spirulina. Da mesma forma que o observado para cinzas, o biscoito elaborado com farinha de trigo integral foi o que apresentou o maior conteúdo desses minerais, com 710 mg/100 g e 390 mg/100g, respectivamente (9).

Uribe-Wandurraga et al. (10) caracterizaram seus biscoitos enriquecidos com Spirulina ou Chlorella como de elevado conteúdo de ferro e de cálcio. Além do enriquecimento dos biscoitos com minerais, os autores relataram que tanto a incorporação de Spirulina quanto de Chlorella foi eficiente em melhorar a acessibilidade dos minerais fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, zinco e selênio, o que foi constatado por meio de avaliação *in vitro*, quando comparado ao biscoito sem adição de microalga.

Na pesquisa de Donato et al. (9), a concentração de proteínas aumentou de 12,87% para 15% quando a concentração de Spirulina aumentou de 5% para 15%. Esses valores foram superiores aos encontrados nas formulações elaboradas com farinha de trigo refinada ou com farinha de trigo integral, nas quais a Spirulina não foi adicionada.

De forma semelhante, no estudo de Şahin (8) o teor de proteínas aumentou, de 14,98% no biscoito controle para 16,13% no biscoito com 1% de Spirulina e para 16,66% no biscoito com 2% de Spirulina. Uma concentração maior de proteínas foi alcançada com menos adição de Spirulina quando comparada com Donato et al. (9), o que é justificado pelas diferentes formulações dos biscoitos nos dois trabalhos.

Lipídeos também apresentaram valores superiores nos biscoitos contendo *Spirulina*, não havendo diferença entre as amostras com 10 e 15% de *Spirulina*, que foi de 14,92%. O biscoito do 5% de *Spirulina* apresentou 14,81%, enquanto a amostra com farinha refinada 14,39% e a com farinha integral 14,21% (9).

Na pesquisa de Şahin (8) os lipídeos também foram influenciados pela presença da *Spirulina*, mas de forma oposta ao verificado por Donato et al. (9), uma vez que o biscoito controle apresentou 29,70%, enquanto no biscoito com 1% esse conteúdo se reduziu para 27,52% e no biscoito com 2% para 26,54%.

A incorporação da *Spirulina* nos biscoitos também proporcionou contribuição relevante na redução do teor de carboidratos, principalmente na concentração mais elevada da microalga, de 15%, onde o teor de carboidratos foi reduzido para 50,19%, a partir de uma concentração inicial de 58,22%, no biscoito elaborado com farinha de trigo refinada, sem *Spirulina* (9).

Pelos dados de valor calórico obtidos por Donato et al. (9), o biscoito com adição de 15% de *Spirulina* apresenta-se como uma boa opção para quem deseja reduzir a ingestão calórica diária, pois obteve 396,24 kcal/100 g, sendo esse valor superior apenas à amostra controle elaborada com farinha de trigo integral (389,73 Kcal/100 g). O controle com farinha refinada apresentou 408,07 kcal/100 g.

INFLUÊNCIA NOS COMPOSTOS BIOATIVOS

A incorporação de *Spirulina* às formulações de biscoito resultaram em aumento da concentração de compostos fenólicos, que variou de 1,60 mg EAG/g na formulação controle para 2,10 mg EAG/g no biscoito com 1% de *Spirulina*, e 2,50 mg EAG/g no biscoito com 2% de *Spirulina*. Com o aumento da concentração de compostos fenólicos, verificou-se também aumento da atividade antioxidante pelo método CUPRAC, sendo de 0,50 mmol EAG/g para a formulação controle, 0,85 mmol EAG/g para o biscoito com 1% de *Spirulina* e 1,20 mmol EAG/g para o biscoito com 2% de *Spirulina*. O autor atribui o aumento da concentração de compostos fenólicos e o consequente aumento da atividade antioxidante à presença da ficocianina (8).

INFLUÊNCIA NOS PARÂMETROS SENSORIAIS

No estudo de Donato et al. (9), todos os biscoitos contendo *Spirulina* obtiveram menores escores sensoriais para aparência, cor, aroma, sabor, textura, aceitação global e intenção de compra quando comparados ao biscoito sem *Spirulina*, contendo farinha de trigo refinada, sendo a formulação com maior concentração de *Spirulina* (15%) a que obteve os menores escores. Sendo assim, dentre os biscoitos com incorporação da microalga, o com 5% foi o mais preferido, enquanto o com 15% foi o menos preferido. Entretanto as formulações com 5 e 10% de *Spirulina* não diferiram estatisticamente.

Resultado semelhante foi observado por Da Silva, Do Valle, Perrone (1), que ao produzirem biscoitos com substituição da farinha de trigo por 5%, 10% e 15% de biomassa de *Spirulina maxima* não encapsulada, observaram redução em todos os atributos sensoriais (aparência, aroma, sabor, textura, aceitação global e intenção de compra) nos biscoitos com adição de 15% de biomassa, quando comparado à formulação padrão (sem adição de *Spirulina*). Entretanto, a substituição da farinha de trigo por 5% e

10% de biomassa de Spirulina não afetou a maioria dos atributos sensoriais, sugerindo que há um limite de cerca de 10% para a adição de Spirulina em biscoitos destinados à produção industrial.

Corroborando com os resultados obtidos nos estudos acima, o aumento da concentração de Spirulina na pesquisa de Onacik-Gür, Żbikowska, Majewska (5) resultou em menor aceitação do biscoito, sendo que a aceitação das amostras com 1% e 2% da microalga foi semelhante. Isso está diretamente relacionado ao fato de a adição da Spirulina ter modificado o aroma e o sabor característicos do biscoito, quando comparado à formulação controle. Segundo os autores, o sabor de alga foi percebido pelos provadores, de forma semelhante, e mais intensa, nos biscoitos com 2 e 3% da microalga.

No estudo de Şahin (8) observou-se que a adição de Spirulina reduziu os escores sensoriais quanto ao atributo cor, entretanto o biscoito com 2% de Spirulina recebeu escore médio maior que o biscoito com 1% de Spirulina, divergindo dos trabalhos já citados, nos quais as amostras com menores concentrações de Spirulina foram as mais aceitas.

Também divergindo dos demais trabalhos, o biscoito sem Spirulina recebeu os menores escores para o atributo aroma, mas os biscoitos com 1% e 2% de Spirulina apresentaram escores semelhantes. Os resultados mostraram ainda aceitação global semelhante para os biscoitos contendo Spirulina, mas ainda assim a formulação controle foi a mais aceita (8).

Tanto para cor quanto para aparência, o biscoito controle recebeu os maiores escores, entretanto o biscoito com 2% de Spirulina foi melhor avaliado quanto à cor, enquanto a amostra com 1% recebeu os melhores escores quanto à aparência (8). Apesar desses resultados divergirem dos encontrados nos trabalhos citados acima, ressalta-se que os valores obtidos para os biscoitos contendo a microalga foram próximos.

Para os atributos sensação na boca e crocância, o biscoito controle também recebeu os maiores escores, mas o biscoito com 1% de Spirulina foi mais bem avaliado do que o contendo 2% em ambos os atributos (8).

A fim de possibilitar a adição de uma maior concentração de biomassa de Spirulina aos biscoitos, Da Silva, Do Valle, Perrone (1) realizaram a microencapsulação da biomassa e produziram uma formulação com 20% de Spirulina encapsulada, obtendo resultados sensoriais semelhantes ao da formulação controle e inferiores à formulação com 20% de Spirulina não encapsulada, mostrando que a microencapsulação apresenta-se como um método capaz de mascarar o sabor forte da Spirulina, promovendo assim uma melhoria na qualidade sensorial dos biscoitos aos quais é adicionada.

Onacik-Gür, Żbikowska, Majewska (5) não observaram correlação direta entre a textura medida instrumentalmente e a textura avaliada sensorialmente, uma vez que, de acordo com os provadores, o biscoito com 3% de Spirulina era o mais duro. Os autores justificaram essa diferença pelas particularidades na avaliação da mesma amostra pelos dois tipos de análise, e porque outros estudos apontam que a dureza medida instrumentalmente está mais correlacionada, na análise sensorial, à crocância do que à dureza na primeira mordida. Um indício de que essa afirmação procede, é que a fraturabilidade, medida instrumentalmente, é comparável à medição sensorial da

crocância, e nesse caso verificou-se correlação entre elas, pois em ambos os casos não houve diferença significativa entre as amostras, incluindo o controle.

Já no trabalho de Şahin (8) os provadores indicaram os biscoitos contendo 2% de Spirulina como os de maior dureza, em comparação com as amostras com 1% de Spirulina e a controle, sendo a última a mais bem avaliada, corroborando com os dados obtidos na análise instrumental de dureza.

CONCLUSÕES

Dependendo da formulação, a adição de Spirulina pode deixar os biscoitos mais duros e menos úmidos, por reduzir a capacidade de ligação da farinha com a água, principalmente quando ocorre a substituição da farinha de trigo integral. Promove ainda o enriquecimento dos biscoitos em proteínas, como já é bem conhecido, assim como em minerais. Aumenta a concentração de compostos fenólicos, principalmente ficocianina, e consequentemente, incrementa a atividade antioxidante. Sensorialmente, confere coloração azul-esverdeada aos biscoitos.

A microencapsulação é uma técnica eficiente para reduzir os danos aos pigmentos da Spirulina durante o assamento dos biscoitos, sendo uma alternativa para melhorar as características bioativas, aumentar a quantidade de microalga adicionada, e reduzir a rejeição quanto ao sabor.

Apesar de se ter conseguido biscoitos com boas características quando até 10% de Spirulina foi adicionada, geralmente os produtos são mais bem aceitos, principalmente quanto a cor, sabor e textura, com menores concentrações. Por isso, a melhor concentração de Spirulina em substituição à farinha de trigo sem que haja rejeição sensorial quanto à cor, sabor e textura, e quanto às alterações físicas perceptíveis é de 5%.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela bolsa de iniciação científica, e à (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) CAPES pela bolsa de mestrado, e ao IFCE *Campus* Limoeiro do Norte.

REFERÊNCIAS

1. Da Silva SP, Do Valle AF, Perrone D. Microencapsulated *Spirulina maxima* biomass as an ingredient for the production of nutritionally enriched and sensorially well-accepted vegan biscuits. *Food Sci Technol* [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Out 28];142:110997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364382100150X>
2. Lafarga T, Fernández-Sevilla JM, González-López C, Acién-Fernández FG. Spirulina for the food and functional food industries. *Food Res. Int* [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Out 28];137:109356. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996920303811>

3. Ashoush IS, Mahdy SM. Nutritional evaluation of cookies enriched with different blends of *Spirulina platensis* and *Moringa oleifera* leaves powder. *J. Food and Dairy Sci* [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Out 28];10(3): 53- 60. Disponível em: https://jfds.journals.ekb.eg/article_36154.html
4. El Nakib DM, Ibrahim MM, Mahmoud NS, Abd El Rahman EM, Ghaly AE. Incorporation of Spirulina (*Athrospira platensis*) in traditional Egyptian cookies as a source of natural bioactive molecules and functional ingredients: preparation and sensory evaluation of nutrition snack for school children. *European J. Nutr. Food Saf* [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Out 28];9(4):372-397. Disponível em: <https://www.journalejnfs.com/index.php/EJNFS/article/view/30084>
5. Onacik-Gür S, Żbikowska A, Majewska B. Effect of spirulina (*Spirulina platensis*) addition on textural and quality properties of cookies. *Ital. J. Food Sci* [Internet]. 2018 [acesso em 2021 Out 28];30:1-12. Disponível em: <https://www.itjfs.com/index.php/ijfs/article/view/702#:~:text=The%20addition%20of%20microalgae%20even,increased%20with%20the%20spirulina%20cont ent.>
6. Kay RA, Barton LL. Microalgae as food and supplement. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr* [Internet]. 1991 [acesso em 2021 Out 28];30(6):555-573. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408399109527556>
7. Kumoro AC, Johnny D, Alfilovita D. Incorporation of microalgae and seaweed in instant fried wheat noodles manufacturing: nutritional and culinary properties study. *Int. Food Res* [Internet]. 2016 [acesso em 2021 Out 28];23(2):715-722. Disponível em: [http://www.ifrj.upm.edu.my/23%20\(02\)%202016/\(36\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/23%20(02)%202016/(36).pdf)
8. Şahin OI. Functional and sensorial properties of cookies enriched with *SPIRULINA* and *DUNALIELLA* biomass. *J Food Sci Technol* [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Out 28];57:3639-3646. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-020-04396-4>
9. Donato NR, Queiroz AJM, de Figueirêdo RMF, Feitosa RM, Moreira IS, de Lima JF. Production of cookies enriched with *Spirulina platensis* biomass. *J. Agric. Stud* [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Out 28];7(4):323-342. Disponível em: <https://www.macrothink.org/journal/index.php/jas/article/view/15483/12769>
10. Uribe-Wandurraga ZN, Igual M, García-Segovia P, Martínez-Monzó J. *In vitro* bioaccessibility of minerals from microalgae-enriched cookies. *Food Funct* [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Out 28];11(3):2186–2194. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/FO/C9FO02603G>
11. Chevallier S, Della Valle G, Colonna P, Broyart B, Trystram G. Structural and chemical modifications of short dough during baking. *J. Cereal Sci* [Internet]. 2002 [acesso em 2021 Out 28];35(1):1-10. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0733521001903881>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-90>

Capítulo 90

ANÁLISE DA CRENÇA POPULAR EM MITOS SOBRE LÁCTEOS

Carolina Riesenbeck Gaspar¹; Rafael dos Santos Costa²; Thais Borges Carmona³; Fábio da Costa Henry⁴

¹Estudante do Curso de Medicina Veterinária - CCTA - UENF; E-mail: carolrg.28@hotmail.com,

²Doutorando em Ciência Animal - CCTA - UENF; E-mail: rafaelroyal@yahoo.com.br,

³Estudante do Curso de Medicina Veterinária - CCTA - UENF; E-mail: thaispacarmona@gmail.com,

⁴Docente/pesquisador do LTA – CCTA – UENF; E-mail: fabiocosta@uenf.br.

Resumo: O leite e seus derivados são alimentos muito importantes em uma dieta saudável e equilibrada, mas ainda são vítimas de notícias falsas e sensacionalistas veiculadas nas mídias sociais, muitas vezes divulgadas com interesse comercial, por imposição de uma ideologia ou por simples falta de informação. Surgem, assim, argumentos, sem qualquer embasamento científico, que são divulgados como verdade absoluta por uma parcela da população. O objetivo da pesquisa foi avaliar a credulidade popular em certas afirmativas que circulam no cotidiano a respeito de leite e derivados, aplicando um questionário online diretamente ao consumidor com 11 afirmativas e respostas rápidas de múltipla escolha (mito ou verdade), desenvolvido pela plataforma online *Google Forms* e distribuído pelos canais de comunicação *e-mail*, *Facebook*, *WhatsApp* e *Instagram*, a fim de garantir o maior público-alvo possível em todo o território nacional. Um dos resultados observados sugere que muitos acreditam em alguns mitos selecionados para a pesquisa, verificou-se ainda que o mais acreditado foi que o leite de caixinha contém conservantes para aumentar seu prazo de validade.

Palavras-chave: crenças; leite; mitos

INTRODUÇÃO

O leite é uma iguaria de enorme importância na alimentação humana, graças ao seu alto valor nutritivo, sendo fonte de proteínas, lipídios, carboidratos, minerais e vitaminas, compostos necessários em todas as etapas da vida. Além de, sabidamente, ser uma importante fonte de cálcio, possui propriedades anticarcinogênicas, auxilia no controle de peso, aumento da massa muscular e prevenção de diarreias (1). É também um importante alimento no combate à fome mundial, devido ao seu baixo custo em relação ao alto valor nutritivo. Atualmente, com a facilidade de se expressar e divulgar informações em redes sociais é comum se deparar com notícias e informações falsas ou duvidosas, sem qualquer embasamento científico, que podem ser adotadas como verdades por grande parte da população. Muitas vezes, por interesse comercial ou por ideologia própria, são divulgadas inverdades a respeito de produtos de origem animal na tentativa de diminuir o seu consumo. A maioria das informações são veiculadas de forma

sensacionalista e exagerada, ressaltando apenas aspectos negativos e ignorando a importância nutricional desses alimentos para uma dieta saudável. Assim, o mais importante é que a escolha seja feita com base em informações confiáveis. Um dos mitos mais antigos é o "leite com manga faz mal", mas também são populares mitos como: "quanto mais furinhos no queijo da roça melhor ele é", "o cálcio do leite não é bem absorvido pelo corpo" e "leite de caixinha faz mal, pois contém muitos conservantes". O objetivo da pesquisa foi avaliar a credulidade popular em certos mitos que circulam no cotidiano a respeito de leite e derivados, aplicando um questionário online no qual o entrevistado respondia mito ou verdade a respeito de determinada afirmativa.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi aplicado um questionário online diretamente ao consumidor com 11 afirmativas e respostas rápidas de múltipla escolha (mito ou verdade) e perguntas gerais como: sexo, idade, escolaridade, renda e residência. O questionário foi desenvolvido pela plataforma online *Google Forms* e distribuído pelos canais de comunicação *e-mail*, *Facebook*, *WhatsApp* e *Instagram*, a fim de garantir o maior público-alvo possível em todo o território nacional. As perguntas foram elaboradas pela autora baseadas nos principais mitos sobre lácteos que circulam nas redes sociais ou já são crenças populares. Depois de obtidas as respostas, foram formulados gráficos por meio das próprias ferramentas do *Google Forms* com o auxílio do *Google Sheets*, para assim serem analisados e discutidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa obteve um total de 610 respostas. Por meio dos dados pessoais dos entrevistados, observou-se um número maior de mulheres (61%) do que de homens (39%), durante a realização da entrevista. Em relação à idade, 9% dos entrevistados têm entre 13 e 20 anos; 51,5% entre 21 e 40 anos, sendo a faixa etária predominante; 32,3% de 41 a 60 anos; 7,2% acima de 61 anos. Como o trabalho foi realizado no Rio de Janeiro, era esperado que a região do Brasil mais contemplada fosse o Sudeste (73,3%); seguido por 12,1% de entrevistados advindos do Sul; 8,9% do Centro-Oeste; 4,4% do Nordeste; 1,3% do Norte. Quanto à escolaridade, a maioria possui ensino superior, sendo 43% graduandos ou graduados e 41,8% pós-graduados. Foi analisado também que 38,4% têm formação na área da saúde, o que poderia influenciar bastante nos conhecimentos acerca do assunto. Por fim, a renda familiar mais apontada foi acima de 9 salários mínimos (28,7%), seguida de 3 a 6 salários mínimos (26,2%). Todos os dados podem ser observados na tabela 1.

Tabela 16 – Perfil básico do entrevistado

Perfil do consumidos	Total inquiridos n=610 %=100
Sexo	
Masculino	238/ 39%
Feminino	371/ 61%
Idade	
13-20	55/ 9%
21-40	314/ 51,5%
41-60	197/ 32,3%

61-90	44/ 7,2%
Região do Brasil	
Centro-Oeste	54/ 8,9%
Norte	8/ 1,3%
Nordeste	27/ 4,4%
Sul	74/ 12,1%
Sudeste	447/ 73,3%
Escolaridade	
Ensino fundamental	13/ 2,1%
Ensino médio	80/ 13,1%
Graduação	262/ 43%
Pós-graduação	255/ 41,8%
Formação superior em área da saúde	
Sim	234/ 38,4%
Não	376/ 61,6%
Renda familiar	
Até 1 salário mínimo	34/ 5,6%
De 1 a 3 salários mínimos	133/ 21,8%
De 3 a 6 salários mínimos	160/ 26,2%
De 6 a 9 salários mínimos	108/ 17,7%
Mais de 9 salários mín.	175/ 28,7%

Fonte: Autora.

Foram estabelecidas 11 afirmativas para os 610 entrevistados responderem mito ou verdade de acordo com suas próprias convicções:- Afirmativa 1: Quanto mais furinhos no queijo da roça (Minas Branco Frescal), melhor ele é.

Resposta: mito, os furinhos, chamados olhaduras, podem ser sinal de contaminação por bactérias do grupo Coliforme, indicando uma pasteurização não eficiente ou higiene duvidosa. Como pode ser observado no gráfico 1, a maior parte dos entrevistados (81,1%) não acredita nesse mito, demonstrando uma importante consciência do consumidor, mas ainda 18,9% acreditam que o queijo da roça com furinhos é melhor, o que representa uma porcentagem maior do que a quantidade de entrevistados que possuíam escolaridade até o ensino médio (15,2%), sugerindo que há consumidores com ensino superior com essa crença.

Quanto mais furinhos no queijo da roça (Minas Branco Frescal), melhor ele é.
610 respostas

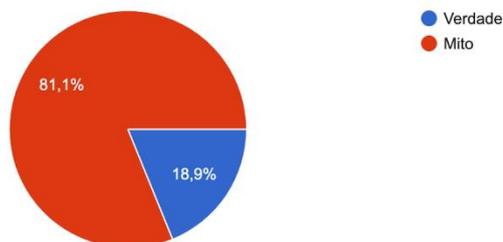


Gráfico 1 - Afirmitiva 1
Fonte: Autora

- Afirmitiva 2: O melhor leite para se consumir é o leite cru (fresco) direto da vaca.

Resposta: mito, consumir leite que não passou por nenhum tipo de tratamento térmico pode ser prejudicial à saúde, é uma possível fonte de contaminação para doenças como tuberculose, leptospirose e brucelose. Mesmo que a vaca esteja aparentemente sadia, ela pode apresentar uma doença na forma subclínica, sem manifestar sintomas. Portanto, é necessário, no mínimo, ferver o leite antes de ingeri-lo. Lembrando que o leite encontrado nos mercados já passou por alguma forma de tratamento térmico. Segundo o gráfico 2, 72,6% acham a afirmativa falsa, porém 27,4% afirmam que consumir leite cru é seguro. Essa consciência deve ser especialmente desenvolvida em cidades interioranas, onde o consumidor compra diretamente do produtor rural.

O melhor leite para se consumir é o leite cru (fresco) direto da vaca.
610 respostas

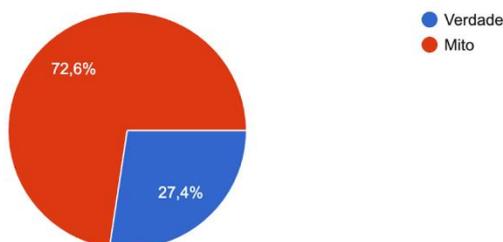


Gráfico 2 - Afirmitiva 2
Fonte: Autora

- Afirmitiva 3: Leite de caixinha contém conservantes para aumentar seu prazo de validade.

Resposta: mito, porém a maioria dos entrevistados (65,1%), como mostra o gráfico 3, acredita que o leite de caixinha - o que passou por tratamento Ultra Alta

Temperatura (UAT) - possui conservantes, mas somente o tratamento térmico e sua embalagem são suficientes para garantir a durabilidade. A legislação brasileira não permite a presença de nenhum tipo de conservante no leite, a única substância acrescentada ao leite UAT é um aditivo, o citrato de sódio, um composto orgânico que garante a estabilidade das proteínas, protegendo-as no processo de ultrapasteurização. É importante ressaltar que estabilizantes são aditivos, não têm a função de conservantes.

Leite de caixinha (UHT) contém conservantes para aumentar seu prazo de validade.
610 respostas

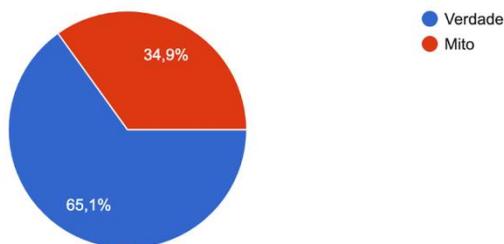


Gráfico 3 - Afirmitiva 3
Fonte: Autora

- Afirmitiva 4: O cálcio do leite não é bem absorvido pelo corpo.
Resposta: mito. Apesar de amplamente divulgada a importância do leite como fonte de cálcio, segundo o resultado do gráfico 4, 20,7% dos entrevistados ainda acreditam no contrário. Esse mineral precisa ser adquirido por meio da dieta e o leite e seus derivados são sua principal fonte, visto que o cálcio de origem animal é o que apresenta maior biodisponibilidade ao nosso organismo (2).

O cálcio do leite NÃO é bem absorvido pelo corpo.
610 respostas

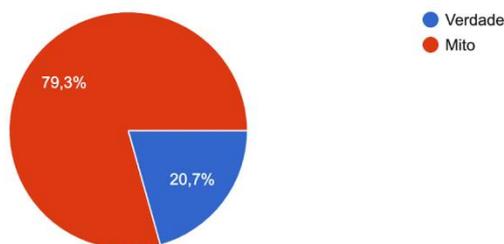


Gráfico 4 - Afirmitiva 4
Fonte: Autora

- Afirmitiva 5: Verduras escuras são mais ricas em cálcio do que o leite.
Resposta: mito, vegetais também podem ser ricos em cálcio, porém existem fatores, como o ácido oxálico, que dificultam a absorção desse mineral, diminuindo a sua biodisponibilidade para o corpo (3). Além disso, seria preciso consumir grandes porções

de vegetais para se equiparar a um copo de leite. A opinião dos entrevistados fica bem dividida no gráfico 5, sendo 53% os que não acreditam nessa afirmativa.

Verduras escuras são mais ricas em cálcio do que o leite.

610 respostas

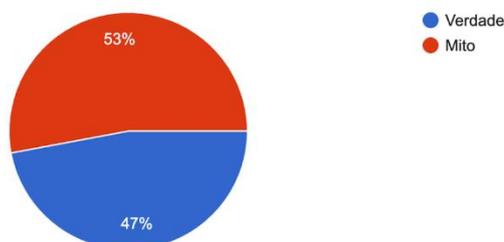


Gráfico 5 - Afirmitiva 5

Fonte: Autora

- Afirmitiva 6: Leites de origem vegetal são, nutricionalmente, bons substitutos para o leite animal.

Resposta: mito, os “leites” de origem vegetal podem ser uma boa opção para intolerantes à lactose, alérgicos à proteína do leite e veganos, porém não são substitutos do leite em quesito nutricional. O leite de vaca possui expressivamente mais cálcio, vitamina B12, vitamina A, fósforo, riboflavina, vitamina D, ou seja, em teor de minerais e vitaminas, a bebida de soja, por exemplo, é inferior em comparação ao leite (4). Segundo o gráfico 6, a maioria (59,3%) acredita que é um mito, mas 40,7% ainda afirmam ser verdade.

Leites de origem vegetal são, nutricionalmente, bons substitutos para o leite animal.

610 respostas

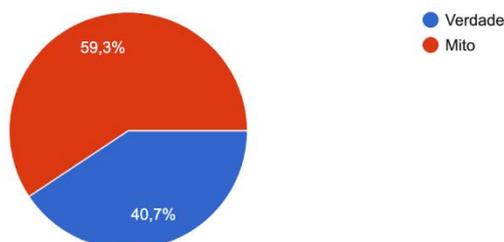


Gráfico 6 - Afirmitiva 6

Fonte: Autora

- Afirmitiva 7: Leite contém muitos antibióticos e hormônios que foram aplicados nas vacas.

Resposta: mito, os antibióticos são usados na pecuária leiteira com o fim terapêutico e cada droga tem um período de carência que deve ser respeitado, enquanto ela não for metabolizada e eliminada do organismo do animal, o leite não deve ser comercializado. Protocolos hormonais possibilitam o controle do ciclo reprodutivo da fêmea, facilitando a inseminação artificial, melhorando as taxas de gestação do rebanho

e aumentando a produção de leite. Porém a influência desses hormônios para o consumidor é nula, por exemplo, o estrógeno presente no leite não chega à circulação sanguínea do consumidor, ele será filtrado pelo fígado e excretado (5). Felizmente, como demonstra o gráfico 7, 65,7% dos entrevistados acham que é mito.

Leite contém muitos antibióticos e hormônios que foram aplicados nas vacas.
610 respostas

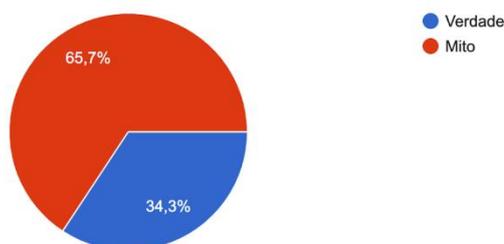


Gráfico 7 - Afirmitiva 7
Fonte: Autora

- Afirmitiva 8: Leite orgânico é mais seguro que o leite tradicional.

Resposta: mito, o leite orgânico é um leite produzido por vacas que se alimentam de pasto sem o emprego de agrotóxicos e fertilizantes e sem o uso de determinados medicamentos permitidos produção convencional. Porém, tratando-se de segurança alimentar, todos os tipos de lácteos passam por um serviço de inspeção, dependendo da abrangência comercial do produto, por órgãos federais, estaduais ou municipais, recebendo seus respectivos selos de inspeção. Logo, o consumidor preocupado com a segurança de seu alimento deve procurar o selo de inspeção na embalagem e a boa conservação do mesmo antes de adquiri-lo. Nota-se no gráfico 8 que a opinião ficou bem dividida, mas 55,9% dos entrevistados não acreditam nessa afirmativa.

Leite orgânico é mais seguro que o leite tradicional.
610 respostas

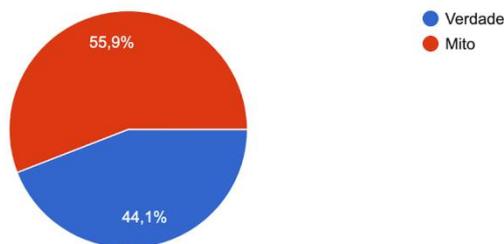


Gráfico 8 - Afirmitiva 8
Fonte: Autora

- Afirmitiva 9: Leite com manga faz mal.

Resposta: mito, certamente um dos mitos mais antigos que remete à época do Brasil colônia. Para evitar que os escravos roubassem as mangas, os senhores de engenho criaram essa lenda (6). Todavia, essa combinação nunca trouxe malefícios à saúde.

Felizmente, conforme o gráfico 9, 97,4% dos entrevistados não acreditam nesse mito.

Leite com manga faz mal.
610 respostas

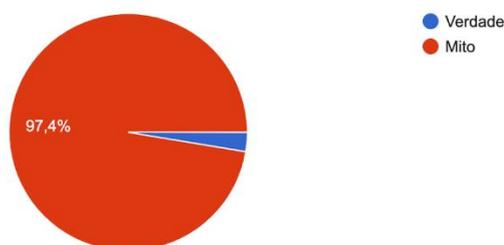


Gráfico 9 - Afirmitiva 9
Fonte: Autora

- Afirmitiva 10: Diabéticos devem consumir leite zero lactose.

Resposta: mito, o leite zero lactose é direcionado a quem possui intolerância à lactose, nele é adicionada a enzima lactase, que quebra esse açúcar, mas ele continua presente no alimento, portanto, não é recomendado para diabéticos. Como pode ser observado no gráfico 10, 74,6% dos entrevistados não concordam com essa afirmativa, mas 25,4% desconhecem a base da tecnologia "zero lactose".

Diabéticos devem consumir leite zero lactose.
610 respostas

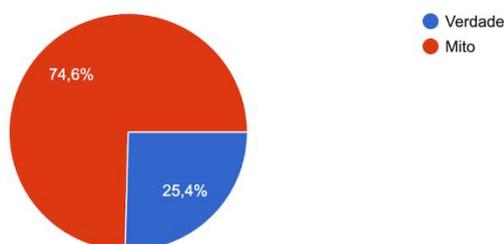


Gráfico 10 - Afirmitiva 10
Fonte: Autora

- Afirmitiva 11: Tomar leite após praticar exercícios físicos é uma boa opção.

Resposta: verdade, o leite é um excelente isotônico, possui capacidade de hidratação superior a da água (7), tornando-o um bom aliado para a hidratação após a sudorese intensa causada por exercícios físicos. Com opiniões bem divididas no gráfico 11, 53,3% afirmam que é mito e 46,7 afirmaram ser verdade, ou seja, a maior parte acredita que tomar leite após praticar exercícios físicos não é uma boa opção, demonstrando o desconhecimento de tal propriedade.

Tomar leite após praticar exercícios físicos é uma boa opção.

610 respostas

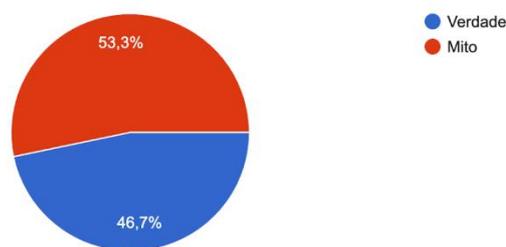


Gráfico 11 - Afirmativa 11

Fonte: Autora

CONCLUSÕES

Por meio do resultado do questionário, nota-se que muitos acreditam nos mitos selecionados para a pesquisa e verificou-se que o mito mais acreditado foi que o leite de caixinha ou UAT contém conservantes para aumentar seu prazo de validade. Essa crença pode acarretar uma redução do consumo do tipo de leite mais comercializado no Brasil, deixando a população receosa de adquiri-lo por acreditar que os supostos conservantes trariam algum mal à saúde.

O acesso à informação científica é reduzido quando o nível de escolaridade da população é baixo, facilitando a crença em mitos populares e informações falsas divulgadas na mídia. É essencial que a população exerça uma postura crítica diante de publicações e notícias que encontram na internet, visto que podem influenciar no modo de pensar e agir.

REFERÊNCIAS

1. Renhe IRT. O papel do leite na nutrição [Internet]. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 63, n. 363, p. 36-43, dez. 2013. ISSN 2238-6416. [acesso em 16 Dez 2021]. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/56>
2. Moraes AEA, Amancio OMS. Declaração de posicionamento da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição sobre consumo de leite e de produtos lácteos e intolerância à lactose [Internet]. 2017 [acesso em 30 Aug 2021]. Disponível em: <http://www.sban.org.br/uploads/Posicionamentos20200710102354.pdf>
3. Weaver CM, Heaney RP. *Isotopic exchange of ingested calcium between labeled sources. Evidence that ingested calcium does not form a common absorptive pool* [Internet]. *Calcified tissue international*; 1991;v. 49,n. 4,p. 244-247. [acesso em 30 Aug 2021]. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02556212>

4. Duarte JM, Areco KCN. Tabela de Composição Química dos Alimentos, Versão 3.0 [Internet]. São Paulo: Departamento de Informática em Saúde/ Escola Paulista de Medicina/Unifesp; 2014 [acesso em 30 Aug 2021]. Disponível em: <http://tabnut.dis.epm.br/Alimento>

5. Grgurevic N, Koracin J, Majdic G, Snoj T. *Effect of dietary estrogens from bovine milk on blood hormone levels and reproductive organs in mice* [Internet]. *Journal of dairy science*;99(8);6005-6013;2016 [acesso em 30 Aug 2021]. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(16\)30323-X/fulltext#%20](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(16)30323-X/fulltext#%20)

6. Vieira EC. Tabus, mitos e crendices em nutrição [Internet]. Minas Gerais: Rev Med Minas Gerais; v. 20;n. 3;p. 371-374; 2010 [acesso em 30 Aug 2021]. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-564344>

7. Petherik A. *Milk beats gatorade at rehydration* [Internet]. *Milk Science*; 2016 [acesso em 30 Aug 2021]. Disponível em: https://cdrf.org/wp-content/uploads/2012/01/7-July_2016_SPLASH.pdf

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-91>

Capítulo 91

SUBPRODUTOS DO MELÃO (*Cucumis melo* L.) NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS: UMA REVISÃO

Sheyla Maria Barreto Amaral¹; Rosangela Maria Oliveira Marinho²; Ana Paula Ferreira de Almeida³; Felipe Sousa da Silva⁴; Ysabele Yngrydh Valente Silva⁵; Márcia Maria Leal de Medeiros⁶; Marlene Nunes Damaceno⁷

¹Mestranda da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: sheylaamaral82@gmail.com; ²Mestranda da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: rosangelaalimentos@gmail.com; ³Mestranda da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: ana.paula.ferreira.almeida123@gmail.com; ⁴Mestrando da Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PGTA – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: fesosi2005@gmail.com; ⁵Discente do Bacharelado em Nutrição – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: ysabelevalentin@gmail.com; ⁶Docente – IFCE Baturité, E-mail: mleal@ifce.edu.br; ⁷Docente – IFCE Limoeiro do Norte, E-mail: marlene@ifce.edu.br

Resumo: As indústrias alimentícias geram toneladas de subprodutos constituídos por sementes, cascas e caroços. No processamento do melão, cerca de 60% do fruto é desperdiçado. A fabricação de novos alimentos é uma alternativa para redução desses desperdícios proporcionando uma alimentação mais rica nutricionalmente. Assim, considerando que os subprodutos do melão podem ser reaproveitados na fabricação de novos alimentos mais nutritivos, aliados à redução de desperdícios, objetivou-se avaliar na literatura científica a importância do aproveitamento de subprodutos de melão na elaboração e caracterização de produtos alimentícios. Trata-se de uma revisão bibliográfica de literatura do tipo sistemática, utilizando os seguintes termos: “resíduos de melão”, “aproveitamento integral”, “cascas e sementes de melão”, “*Cucumis melo* L.”, em suas combinações em português e inglês, nas bases de dados SciELO e Periódicos Capes. Foram encontrados 356 artigos para análise de título, palavras-chave, resumo e metodologia. Após a avaliação criteriosa e objetiva, foram selecionados 8 artigos, seguido da leitura completa, extração dos dados e análises dos resultados e conclusões. Observou-se nos estudos, a aplicação de sementes, cascas e entrecascas do melão, principalmente na forma de farinha para incorporação em barra de cereal, biscoitos, bolo, suco, doce e geleia, apresentando características físico-químicas e microbiológicas satisfatórias, seguida de boa aceitação e intenção de compra dos produtos. Conclui-se que, as pesquisas avaliadas nessa revisão indicam a importância dos benefícios da utilização de subprodutos do melão em novas formulações de produtos normalmente consumidos no mercado, bem como, sua combinação com subprodutos de outros frutos ou ingredientes alternativos, no desenvolvimento de produtos alimentícios.

Palavras-chave: aproveitamento integral; cascas; farinha; sementes

INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2018, o Brasil foi responsável pela produção de 581.478 toneladas de melões, apresentando aumento para 589.825 toneladas em 2019 e para 613.933 toneladas em 2020, com área colhida de 23.827 hectares, mostrando o potencial da cultura no país. Quase 97% da produção brasileira é oriunda da Região Nordeste, que produziu em 2020, 594.577 toneladas de melão, com maior participação do Rio Grande do Norte, seguido dos estados do Ceará, Bahia, Pernambuco e Piauí (1).

O melão é proveniente da família Cucurbitaceae, da espécie *Cucumis melo* L., de clima tropical, sendo composto por subtipos que possuem distintas classes fenotípicas no que diz respeito às suas características (formas, tamanhos e cores diversas). Existem indícios que sua origem vem do sudoeste africano e do território peninsular indiano. O fruto apresenta preço de mercado potencialmente alto, pois, expressa peculiaridades que são observadas pelo comércio interior e exterior (2).

O gênero *Cucumis* é considerado um dos maiores da família Cucurbitaceae, composto por 34 espécies, sendo a *Cucumis melo* L., uma das cultivadas no Brasil, possuindo maior visibilidade em termos econômicos. Os mais vendidos no país, são das variações botânicas *inodorus*, destacando-se o Amarelo, Pele de Sapo e Honeydew, e *cantaloupensis* constituído por Cantaloupe, Gália e Charentais (3).

O melão é uma fruta de destaque no mercado de alimentos, e à sua comercialização gera impactos sociais positivos, contribuindo com o aumento de mão de obra em todas as etapas produtivas, proporcionando, assim, oportunidades para melhorar a qualidade de vida principalmente das famílias que são dependentes da agricultura (4).

No entanto, as frutas geram subprodutos, que na maioria das vezes não dispõem de um destino apropriado, apresentando-se como poluentes do ambiente, e como resultado, refletem em despesas operacionais para as empresas, devido à necessidade de realização do tratamento do que é descartado (5). As indústrias alimentícias geram toneladas de subprodutos constituídos por sementes, cascas e caroços, proporcionando graves adversidades para a atmosfera, em decorrência da elevada formação de lixo orgânico. Os mais relevantes subprodutos provenientes do processamento do melão são as cascas, sementes e sobras dos cortes, que correspondem a cerca de 60% do fruto (6).

Uma possibilidade viável para evitar o desperdício, é aproveitar partes que normalmente se tornam subprodutos e que não são ingeridas, contribuindo também para agregação de valor do produto elaborado. Além disso, esse aproveitamento é benéfico em termos nutricionais, pois, cascas, talos e sementes podem apresentar-se como significativas fontes de nutrientes, como vitaminas, minerais, fibras e compostos bioativos. A casca do melão amarelo, por exemplo, é constituída por aproximadamente 4,6% de fibras, principalmente a pectina, e o teor de minerais totais é cerca de 1,19%, maior que o obtido na polpa (0,5%) (7).

Portanto, o uso integral dos alimentos impulsiona novas perspectivas de ingredientes e produtos, contribuindo para diminuir os danos ao ambiente decorrentes da produção de subprodutos na comercialização de frutas, *in natura* e industrializadas, sendo uma oportunidade fundamental para o aumento da economia (8).

Assim, considerando que os subprodutos do melão podem ser reaproveitados na fabricação de novos alimentos mais nutritivos, aliados à redução de desperdícios, esse estudo teve por objetivo, avaliar na literatura científica a importância do aproveitamento de subprodutos de melão na elaboração e caracterização de produtos alimentícios.

DESENVOLVIMENTO

Caracterização do estudo

Este estudo classifica-se como revisão bibliográfica de literatura, do tipo sistemática, com o intuito de compilar trabalhos publicados nos últimos onze anos que desenvolveram e avaliaram subprodutos de melão (*Cucumis melo* L.) e realizaram sua caracterização física, físico-química, microbiológica e/ou sensorial.

A revisão bibliográfica sistemática (RBS) proporciona ao pesquisador uma maior efetividade nas buscas realizadas mediante o assunto apresentado. Em sua proposta, o autor define os objetivos, os métodos de busca, os critérios de seleção, executa a pesquisa e analisa os resultados obtidos (9). Esse estudo seguiu o modelo descrito na Figura 1.



Figura 1 - Representação do processo de condução de uma RBS.
Fonte: Adaptado de Biolchini et al. (2007).

Planejamento

Critérios de inclusão: I - trabalhos publicados entre os anos 2010 e maio de 2021; II - artigos publicados na íntegra em língua portuguesa, espanhola ou inglesa; III - estudos originais que abordassem o preparo e a caracterização de subprodutos de melão (*Cucumis melo* L.) para formulação de novos produtos.

Critérios de exclusão: I - artigos de pesquisa publicados em anais de eventos, monografias, dissertações, teses e editoriais de jornais e artigos de revisão; II - trabalhos sem relação direta com a temática da pesquisa; III - estudos duplicados nas bases de dados.

Execução

A coleta dos dados foi realizada em maio de 2021. As bases de dados utilizadas na pesquisa foram: SciELO e Periódicos Capes.

As pesquisas foram realizadas utilizando os seguintes termos: “resíduos de melão”, “aproveitamento integral”, “cascas e sementes de melão”, “*Cucumis melo* L.”, e suas combinações nos idiomas português e inglês.

Foram encontrados 356 artigos para análise de títulos, palavras-chave, resumos e metodologias. Após avaliação criteriosa e objetiva, apenas 8 artigos indexados nas referidas bases de dados atenderam aos critérios de inclusão, seguindo para leitura completa, extração dos dados e análise dos resultados (Figura 2).

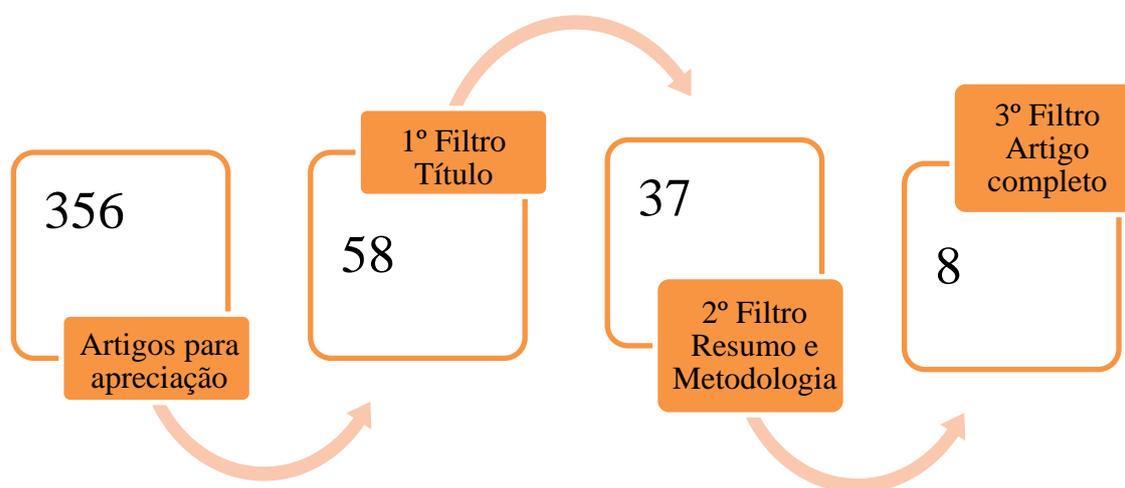


Figura 2 - Processo de triagem dos estudos selecionados.
 Fonte: Elaborada pelos autores.

Extração dos dados

Os aspectos de maior relevância dos artigos selecionados foram extraídos e dispostos no Quadro 1. Para auxiliar na análise e discussão dos resultados, os artigos receberam codificação de A1 a A8.

Quadro 1 - Aspectos relevantes dos estudos selecionados.

ID	Extração dos Dados			
	Subproduto utilizado	Produto elaborado	Análise realizada	Referência
A1	Farinha das sementes	Barra de cereal	Físico-química e sensorial	Becker, Krüger (2010) (10)
A2	Farinha das sementes	Bolo	Centesimal e sensorial	Storck et al. (2013) (11)
A3	Farinha das sementes	Cookie	Centesimal e sensorial	Rodrigues, Ferreira, Barros (2014) (12)
A4	Farinha das cascas e sementes	Cookie	Aceitação sensorial	Garcia et al. (2017) (2)
A5	Farinha das cascas	Biscoito	Físico-química e microbiológica	Lima et al. (2019) (13)
A6	Farinha das sementes	Suco concentrado	Físico-química e sensorial	Alves et al. (2019) (14)
A7	Cascas e entrecascas raladas	Doce cremoso tipo cocada	Centesimal, microbiológica e sensorial	Bastos et al. (2020) (7)
A8	Cascas trituradas	Geleia	Físico-química e compostos bioativos	Reis et al. (2020) (15)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Análise dos resultados

Entre os estudos selecionados e analisados, 7 publicações pertencem aos Periódicos Capes e 1 ao SciELO. Todos são de língua portuguesa, com publicações entre 2010 e 2020. No que diz respeito ao tipo de estudo, todos eram artigos com pesquisas experimentais e quantitativas. Os principais achados dos artigos selecionados estão apresentados a seguir.

No primeiro estudo (A1), barras de cereais utilizando cascas e sementes de frutas, mel e açúcar mascavo foram produzidas. Elaboraram farinha das sementes de melão, melancia e abóbora e da casca do maracujá. Em seguida, quatro formulações foram desenvolvidas: (F1: melão, melancia e maracujá; F2: abóbora, melancia e maracujá; F3: abóbora, melão e maracujá; F4: abóbora, melão, melancia e maracujá). Foi realizada a avaliação físico-química apenas da barra de cereais F4 que possuía todas as farinhas, e o teste sensorial com as quatro formulações, contando com a participação de 37 avaliadores treinados. Na composição físico-química destaca-se o elevado teor proteico (38,8%) e de fibra bruta (7,96%), sendo considerada um alimento com “alto teor de fibra”, bem como, com baixo teor de carboidratos totais (37,44%) e de lipídeos (5,0%). A avaliação da aceitabilidade geral por escala hedônica indicou que a barra de cereais F1 diferiu significativamente das demais com escore médio 4,4, F2 e F3 receberam escore 7,0 e F4 obteve escore 6,9. De acordo com os autores, as barras de cereais elaboradas apresentaram grande aceitabilidade, e os subprodutos incorporados tornaram o produto mais nutritivo,

com alto teor de proteínas e fibras, contribuindo com a redução do desperdício (10).

No artigo identificado por A2, foram elaboradas 13 preparações utilizando folhas, talos, cascas e/ou sementes de vegetais, dentre estas, continha um bolo com farinhas das sementes de mamão e melão. Inicialmente avaliou-se a composição centesimal e os polifenóis totais dos resíduos, em seguida a composição centesimal e a aceitabilidade das preparações. Os resultados demonstraram que a semente do melão apresentou maior teor de minerais (1,71%), representado pela determinação de cinzas, mais alta concentração de fibras (16,2%) e de proteínas (9,56%) entre os subprodutos vegetais estudados, porém, não foram identificados polifenóis totais em sua composição. O bolo de semente de mamão e melão e o bolo de moranga com casca apresentaram maiores teores de fibras (2,7%). Seu teor proteico ficou em segundo lugar, com 9,2% e em terceiro as cinzas, com 3,6%. O Índice de Aceitabilidade do bolo foi 73,6%, sendo considerado aceitável, segundo a literatura. Foi possível concluir que através do conhecimento da composição nutricional dos subprodutos de frutas e verduras é possível apontar a melhor forma de utilização na elaboração de preparações, promovendo assim seu enriquecimento nutricional (11).

O estudo de identificação A3, produziu um composto farináceo (300 g de cada farinha: sementes de melão; sementes de melancia; chia e girassol), para incorporação em duas formulações de *cookies* (F1: ameixa desidratada; F2: damasco desidratado). O propósito foi avaliar qual das duas formulações possuía maior conteúdo nutricional e era mais aceita entre os avaliadores. Quanto à composição centesimal, o *cookie* F1 apresentou maior teor proteico (17,85%), maior percentual de minerais (9,81% de cinzas) e de fibras (9,39%), considerando-se um alimento com “alto teor de fibras”. Não obstante, o *cookie* F2 apresentou resultados semelhantes, 14,11% de proteínas, 9,76% de cinzas e 8,85% de fibras, possuindo também um “alto teor de fibras”. As médias de aceitação sensorial obtidas para F1 e F2, foram 7,95 e 7,37, respectivamente, com diferença estatística significativa entre si, sendo o *cookie* com ameixa o mais aceito. Os resultados, destacaram que a incorporação de sementes é uma alternativa viável para agregar valor nutricional aos produtos de panificação, logo, a indústria pode adquirir maior lucratividade, com o aproveitamento de sementes e eliminação do desperdício (12).

No estudo A4, foram preparados *cookies* utilizando farinhas de cascas e sementes de três frutos (mamão, melão e goiaba) como substitutas parciais da farinha de trigo. Seis formulações foram produzidas com farinha dos resíduos do melão (FTC: controle; CME10: 10% de casca; CME20: 20% de casca; FTS: controle; SME10: 10% de semente; SME20: 20% de semente). Em seguida, avaliaram as características físicas das farinhas e a aceitação sensorial das formulações. As propriedades de expansão, maciez, e absorção de água e óleo, das farinhas estavam em conformidade com os requisitos para obtenção de massa de biscoito apropriada. Quanto ao teste sensorial, não houve diferença significativa entre as formulações elaboradas com a casca do melão para todos os atributos avaliados (aparência, aroma, sabor e textura). A formulação SME20 diferiu da formulação controle no aroma e na textura, indicando que 10% da farinha da semente de melão já é suficiente para atender as preferências dos avaliadores. Concluíram então que há viabilidade do aproveitamento desses subprodutos na elaboração de farinhas com boa qualidade tecnológica, reduzindo a disposição dos constituintes orgânicos no solo, e que a boa aceitação dos *cookies* configura uma inovação para a indústria de alimentos (2).

No estudo A5, foram elaborados biscoitos com farinhas de diferentes subprodutos

de frutas: maracujá, abacaxi e melão. Utilizou-se a farinha das cascas dessas frutas homogeneizadas em três formulações, substituindo parcialmente a farinha de trigo em 10%, 20% e 30%. Posteriormente, foi realizada a caracterização físico-química e análise microbiológica. Os resultados demonstraram que o teor de umidade foi abaixo de 14% em todas as formulações atendendo aos requisitos da legislação. A atividade de água apresentou valores menores que 0,6, ideal para esse tipo de produto. O teor lipídico das amostras não apresentou diferença significativa e foi observado que a coloração das amostras tende para uma cor mais escura. Quanto às análises microbiológicas, os biscoitos apresentaram condições higiênico-sanitárias adequadas demonstrando boas práticas no processo de fabricação. Os autores concluíram então que, as amostras apresentaram parâmetros físico-químicos e microbiológicos bastante satisfatórios, atendendo aos valores determinados pelas legislações vigentes, demonstrando uma boa alternativa de utilização de subprodutos orgânicos para a elaboração de alimentos (13).

No sexto estudo (A6) foi preparado um suco concentrado de melão amarelo com adição de farinha de suas sementes em diferentes concentrações (0%, 0,5%, 1,0% e 1,5%) para avaliação físico-químicas e sensoriais. A polpa de melão amarelo também foi submetida às análises para posterior comparação com os sucos. Obteve-se teores de aproximadamente 32 °Brix para sólidos solúveis totais dos sucos, observando aumento em relação ao teor da polpa (9 °Brix). Dentre as formulações estudadas, o suco concentrado com adição de 0,5% de farinha de semente de melão amarelo revelou resultados positivos entre as demais formulações, tendo em vista o incremento nutricional percebido pela análise de cinzas, de 0,19% para 1,71%. Nos resultados da análise sensorial, não houve diferenças significativas entre a polpa e os sucos, para os atributos impressão global, cor e sabor. Concluiu-se que a formulação com 0,5% demonstrou melhor resultado entre as demais e que a pesquisa demanda por mais estudos a fim de otimizar e fomentar ainda mais a produção de suco concentrado de melão (14).

No estudo de identificação A7, os autores elaboraram doces cremosos, tipo cocada, com adição da casca e entrecasca de melão, e especiarias, com substituições parciais de 50% (FE1), 75% (FE2) e formulação padrão (FP), onde foram avaliadas, a composição centesimal e parâmetros microbiológicos e sensoriais. Nos resultados, observou-se que a adição de casca e entrecasca de melão contribuíram para o aumento do teor de minerais e para a redução de lipídeos ($p \leq 0,05$) em FE1 e FE2. Segundo as análises microbiológicas, os produtos desenvolvidos estavam de acordo com os padrões legais vigentes. Quanto à análise sensorial, não foram observadas diferenças entre as formulações para o atributo sabor. Todas as formulações apresentaram Índice de Aceitabilidade superior a 70%: FP (86%), FE1 (90%) e FE2 (81%), demonstrando a excelente aceitação dos doces. No teste de intenção de compra, foi observado que 76% e 68% dos provadores certamente comprariam a FP e a FE1, respectivamente. Concluiu-se que o aproveitamento dos subprodutos do melão foi uma solução viável para elaboração de doces cremosos com coco com adequada qualidade nutricional, microbiológica e sensorial (7).

No artigo A8, os autores desenvolveram geleias de melão adicionadas da casca do fruto e sementes de mandacaru. Foram desenvolvidas três formulações de geleia do tipo extra, que continham 50 partes de polpa e 50 partes de açúcar (50:50 m/m): (F1- geleia de melão); (F2 - geleia de melão com 1% de sementes de mandacaru); e (F3 - geleia de melão com 10% de cascas cozidas). As geleias foram avaliadas quanto a caracterização físico-química e de compostos bioativos. Os resultados indicaram que a acidez total das

geleias diferiu estatisticamente entre si, observando-se redução com a incorporação das cascas (F3) e sementes (F2) em relação ao controle (F1). A geleia F3 obteve os maiores teores de bioativos, destacando-se os compostos fenólicos ($39,98 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), contudo, as formulações F2 ($29,55 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e F1 ($29,06 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) também obtiveram bons resultados. Concluiu-se que a polpa de melão e sua casca são uma ótima alternativa na produção de geleias, já que os subprodutos utilizados contribuíram para a funcionalidade das formulações, mediante os valores dos compostos bioativos, e ainda servem como alternativa para a inserção de novos produtos no mercado alimentício (15).

CONCLUSÕES

Conclui-se que, as pesquisas avaliadas nessa revisão indicam a importância dos benefícios da utilização de subprodutos do melão em novas formulações de produtos normalmente consumidos no mercado, bem como, sua combinação com subprodutos de outros frutos ou ingredientes alternativos, no desenvolvimento de produtos alimentícios.

O aproveitamento de subprodutos agroindustriais revela-se uma alternativa promissora na redução de desperdícios e dos danos causados ao meio ambiente, diante da alta perecibilidade relacionada a sua matriz nutricional. A produção de farinhas com subprodutos gerando novos produtos, contribui de maneira favorável à oferta de mais opções ao mercado alimentício, com características físicas, químicas e sensoriais mais aceitáveis e atrativas aos diversos nichos de consumidores.

Os estudos aqui referidos realizaram avaliações físicas, químicas, físico-químicas, verificações microbiológicas e comportamentos sensoriais em suas formulações, sendo a tecnologia aplicada nos subprodutos transformados em produtos alimentícios, demonstrando características qualitativas e quantitativas plausíveis, seguida de boa aceitação e intenção de compra do alimento.

Desta maneira, como abordagens para estudos futuros, sugere-se a avaliação do custo final unitário desses produtos, analisando a viabilidade da oferta mercadológica, garantindo que estes possam chegar à mesa do consumidor.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte pelo apoio na realização do estudo e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

1. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA [Internet]. 2020 [acesso em 17 Out 2021]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>

2. Garcia DM, Alencar UR de, Mota BG, Borges IR, Souza PO de. Determinação de características tecnológicas de farinhas produzidas a partir de resíduos de polpas de mamão, melão e goiaba e sua utilização na elaboração de biscoitos tipo cookies. *Scientiatec*. 2017;4(1):29–41.
3. Figueiredo MCB de, Gondim RS, Aragão FAS de. Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica [Internet]. Brasília, DF: Embrapa; 2017 [acesso em 28 Mai 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1074500/producao-de-melao-e-mudancas-climaticas-sistemas-conservacionistas-de-cultivo-para-reducao-das-pegadas-de-carbono-e-hidrica>
4. Vendruscolo EP, Araújo LV, Semensato LR, Campos LFC, Oliveira PR de, Seleguini A. Resíduo de caldeira como substrato alternativo à produção de mudas de meloeiro Cantaloupe. *Braz. J. Anim. Environ. Res.* 2019;2(4):1201–1211.
5. Lima PCC, Souza BS, Santini AT, Oliveira DC de. Aproveitamento agroindustrial de resíduos de mamão 'formosa' minimamente processados. *Rev. Agrogeoambiental*. 2018;10(3):59–74. <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n320181128>
6. Oliveira MCF, Pandolfi MAC. Estudo bibliográfico: aproveitamento integral na elaboração de subprodutos na indústria alimentícia. *Revista Interface Tecnológica*. 2020; 17(1):797–806. <http://dx.doi.org/10.31510/infa.v17i1.841>
7. Bastos E, Sabino FA, Nogueira J, Freitas S, Guimarães RR, Santana I. Resíduos de melão amarelo (*Cucumis melo*) em doce cremoso tipo cocada: composição centesimal e características microbiológicas e sensoriais. In: Barbosa FC, organizador. *Nutrição em Foco: uma abordagem holística*. Piracanjuba: Editora Conhecimento Livre; 2020. p. 62–74. <http://dx.doi.org/10.37423/200601093>
8. Ribeiro MHS, Santos TB, Sousa AD, Rangel JHG, Almeida EB, Freitas AS. Obtenção e caracterização da farinha do endosperma do melão amarelo (*Cucumis melo* L.) liofilizada [Internet]. 2017 [acesso em 28 Mai 2021]. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2017/trabalhos/10/12690-22878>
9. Biolchini JC de A, Mian PG, Natali ACC, Conte TU, Travassos GH. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. *Adv. Eng. Inform.* 2007;21(2):133–151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2006.11.006>
10. Becker T dos S, Krüger RL. Elaboração de barras de cereais com ingredientes alternativos e regionais do Oeste do Paraná. *Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR*. 2010;14(3):217–224.

11. Storck CR, Nunes GL, Oliveira BBD, Basso C. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. *Cienc. Rural.* 2013;43(3):537–543.
12. Rodrigues L de A, Ferreira CLP, Barros WM de. Desenvolvimento de biscoito do tipo cookie elaborado com composto farináceo diferentes frutas secas. *Rev. Ciênc. Exatas Nat.* 2014; 10(10):1–11.
13. Lima ARN, Câmara GB, Oliveira TKB de, Alencar WD, Vasconcelos SH, Soares T da C, Soares T da C, Cavalcanti T da S. Caracterização físico-química e microbiológica de biscoitos confeccionados com farinha de resíduos de frutas. *Res., Soc. Dev.* 2019; 8(11):e198111452. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i11.1452>
14. Alves G da S, Silva CEP, Alves KMC, Araújo, ECN de, Alves JE de A, Aragão CSB, Marques LF. Processamento de suco concentrado adicionado de farinha de semente de melão amarelo. *Rev. Semiárido Visu.* 2019;7(1):3–14.
15. Reis CG dos, Figueiredo RMF de, Queiroz AJ de M, Amadeu LTS, Lima TLB de, Costa P da S. Geleias de melão com casca e enriquecida com sementes de mandacaru. *Rev. Verde Agroecologia Desenvol. Sustent.* 2020;15(4):414–421. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v15i4.7715>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-92>

Capítulo 92

ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE REDUÇÃO DE POLPA DE MURUCI (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) COM CACHAÇA

Jessyca Nunes Pereira¹; Leandro Jun Soki Shibutani²; Werlleson Nascimento³; Darlison Conceição Ferreira⁴; Lucas Fonseca de Sousa⁵; Maria Lita Padinha Correa Romano⁶, Fabrízia Sayuri Otani⁷.

¹Estudante do Curso de Agronomia – IBEF/UFOPA; E-mail: jessyca.pereira@discente.ufopa.edu.br,

²Estudante do Curso de Agronomia – IBEF/UFOPA; E-mail: jnsoki@gmail.com, ³Estudante do Curso de Mestrado em Estatística e Experimentação Agrícola – Esalq/USP; E-mail:

werlleson.nascimento@gmail.com, ⁴Estudante do Curso de Agronomia – IBEF/UFOPA; E-mail:

darlisonconceicao16@gmail.com, ⁵Estudante do Curso de Agronomia – IBEF/UFOPA; E-mail:

lucasousa.fos@gmail.com, ⁶Docente do Curso de Agronomia – IBEF/UFOPA. E-mail:

mlitaromano@gmail.com, ⁷Docente do Curso de Zootecnia – IBEF/UFOPA. E-mail:

fabrizia_otani@yahoo.com.br.

Resumo: O muruci (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) é um fruto que ocorre em praticamente todo o território nacional, podendo ser consumido *in natura*, como também pode ser aproveitado para ser consumido em forma de sucos, sorvetes, e outros preparados culinários. O fruto possui cor amarela quando maduro, polpa carnosa, sabor intenso e azedo. Em sua composição, o muruci contém pouca pectina, sendo então a redução de sua polpa uma preparação que, juntamente com açúcar e cachaça, torna-se um produto com características particulares. Neste sentido, em dezembro de 2019, realizou-se um teste de aceitação de uma redução de polpa de muruci, com o objetivo de avaliar e interpretar características de diversos produtos antes de chegar ao consumidor final. Para isso, foi aplicado um questionário, utilizando a escala hedônica, para os atributos cor, sabor, aroma, aparência, doce/salgado, impressão global do produto e, se compraria o produto, caso estivesse disponível no mercado, sendo essas notas padronizadas da seguinte forma: de 1 a 4 considerou-se que o avaliador aprovou e, de 5 a 9, que não aprovou. Em seguida, montou-se tabelas individuais de contingência e aplicou-se o teste χ^2 (Qui-quadrado de aderência), para cada atributo, para testar se a frequência observada era igual a frequência esperada. Isto é, gostou (50%) e não gostou (50%). As análises foram realizadas no ambiente estatístico R, ao nível de 5% de significância. Concluiu-se que a redução de polpa de muruci com a adição de cachaça obteve aceitabilidade pelos avaliadores, apresentando aceitação de consumo.

Palavras-chave: frutas regionais; processamento de produtos; avaliação de mercado

INTRODUÇÃO

O muricizeiro (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) pertence à família Malpighiaceae, nativa do Brasil e apresenta ampla distribuição geográfica no território

brasileiro. Seu fruto é conhecido popularmente como murici, muruci, murixi, fruta de jacu, entre outros, e dentre suas principais características estão o aroma e o sabor característicos.

O muruci é um fruto do tipo drupa, pequeno, trilocular, arredondado, com 1,5-2 cm de diâmetro; exocarpo delgado de cor amarela no fruto maduro; mesocarpo pastoso, amarelo, medindo 5 mm de espessura, aroma e sabor característicos; endocarpo (caroço) arredondado ou ovalado, rígido, reticulado, com uma semente viável (1; 2; 3).

De acordo com Morzelle et al. (4), esses frutos são consumidos geralmente *in natura*, apresentando sabor agridoce com leve adstringência, devido à presença de taninos. Os frutos apresentam uma boa fonte de energia associado ao teor de lipídeos considerável, podendo ser utilizado no preparo de doces, licores, sucos e sorvetes, refrescos, geleias, pudins, pavês e outros.

Os frutos apresentam teor de vitamina C apreciável, comparável aos teores encontrados nos brócolis, laranja pêra e no limão (5), além de apresentarem elevados teores de fibras na parte comestível da polpa, podendo contribuir com o enriquecimento da dieta regional em programas de suplementação alimentar como fonte deste nutriente (6).

A culinária regional utiliza plantas e frutos nativos, valorizando a cultura e os costumes locais. Por falta de conhecimento, muitas frutas típicas de diferentes regiões do país são tratadas como exóticas, e conseqüentemente são pouco empregadas na gastronomia brasileira. Mas alguns *chefs* de cozinha reconhecem a importância de resgatar receitas regionais criando pratos inusitados com ingredientes típicos (7).

Na Região Norte, os frutos de muruci são encontrados nas feiras livres entre os meses de novembro e junho, *in natura*, ou em garrafas pets, em meio líquido adoçado, para que fiquem mais tempo armazenados. Seu maior consumo é principalmente na forma *in natura*, amassados com o caroço e com açúcar, e em forma de sucos, geleias, sorvetes e picolés.

No município de Santarém e região do Baixo Amazonas, no Pará, há muitas árvores frutíferas regionais espalhadas em torno das cidades, em áreas urbana e rural, onde são verificados que seus frutos em época de frutificação caem, e nem sempre são comercializados e/ou utilizados pela população. A utilização desses frutos para a composição e/ou elaboração de novos produtos poderá ser importante para a divulgação dessa matéria-prima, assim como se tornar uma fonte de renda para os produtores, que na sua maioria são da agricultura familiar.

Ao desenvolver um novo produto, é essencial o aperfeiçoamento da aparência, sabor, odor, textura e cor, para obter um equilíbrio integral de um produto e conseqüentemente, este apresentar boa qualidade e aceitabilidade. Para atingir esse equilíbrio é necessária a realização de teste de percepções sensoriais, resultado da interação entre indivíduo e produto, envolvendo cinco sentidos: audição, visão, olfato, tato e paladar.

O objetivo desta pesquisa foi a elaborar e a analisar sensorialmente, por meio de teste de aceitação, de produto oriundo da redução da polpa do muruci com a adição de cachaça.

MATERIAL E MÉTODOS

A elaboração do produto foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal - LTPOA, pertencente à Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA, localizados no campus da cidade de Santarém, Pará.

Tabela 1 – Informação nutricional de polpa de muruci.

Item	Quantidade (g)
Proteínas	2,1g
Carboidratos	14g
Gorduras totais	0g
Gorduras saturadas	0g
Gorduras trans	0g
Fibra alimentar	2,2g
Sódio	0g
Cálcio	0,0866g
Fósforo	0,02g
Vitamina C	0,045g

Fonte: Nossa Polpa da Amazônia (Rabelo & Azevedo Industria E Comercio De Produtos Alimentícios Ltda).

As polpas foram adquiridas em mercado local, sendo essa a agroindústria localizada na mesma localidade, na tabela 1 está representada a composição química da polpa utilizada. Para a produção da redução foram utilizados 1 kg de polpa, 700 ml de cachaça e 400 g de açúcar cristal. A polpa e o açúcar foram colocados no fogo e com 15 minutos começou o acréscimo da cachaça em porções menores, finalizado com momento em que a redução foi concluída. A consistência final foi de um quase purê, com gosto de exótico e característico da fruta. Logo após esse processo a redução foi colocada em vidros já esterilizados.

A análise sensorial, por meio de teste de aceitação, foi aplicada em uma sala de aula da UFOPA, na Feira de Degustação das disciplinas Processamento de Produtos de Origem Vegetal – PPOV, e Tecnologia de Produtos de Origem Animal – TPOA, ofertadas para discentes de Agronomia. A Feira, realizada em 04 de dezembro de 2019, possuía diversos produtos que estavam sendo apresentados para avaliação da comunidade acadêmica presente, dentre eles, a redução de polpa de muruci com cachaça.

Para a elaboração dos questionários, o método utilizado foi adaptado como em Ferreira et al. (8), sem seleção prévia dos avaliadores. Os avaliadores assinaram um termo de consentimento, permitindo, assim, que os dados coletados por meio do teste de aceitação pudessem ser objetos de estudo e de futuras publicações, não havendo a necessidade de passar por submissão à Comissão de Ética da UFOPA, por não se encaixar no processo avaliativo da mesma. Cada avaliador deu notas, utilizando a escala hedônica, para os atributos cor, sabor, aroma, aparência, doce/salgado, impressão global do produto e, se compraria o produto, caso estivesse disponível no mercado. As notas da escala hedônica foram padronizadas da seguinte forma: de 1 a 4 considerou-se que o provador gostou do reduzido e, de 5 a 9, que não gostou. Em seguida, montou-se tabelas individuais de contingência e aplicou-se o teste χ^2 (Qui-quadrado de aderência), para cada atributo, para testar se a frequência observada era igual a frequência esperada. Isto é, gostou (50%)

e não gostou (50%). As análises foram realizadas no ambiente estatístico R, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise sensorial foi aplicada em uma população com faixa etária de 20 a 47 anos, onde 73% possuíam idades entre 20-29 anos e 27% entre 30-47 anos. Os provedores eram 57% homens e 43% mulheres, com maioria cursando o ensino superior (graduação ou pós-graduação) sendo estes 95% do total de participantes do estudo (Figura 1).

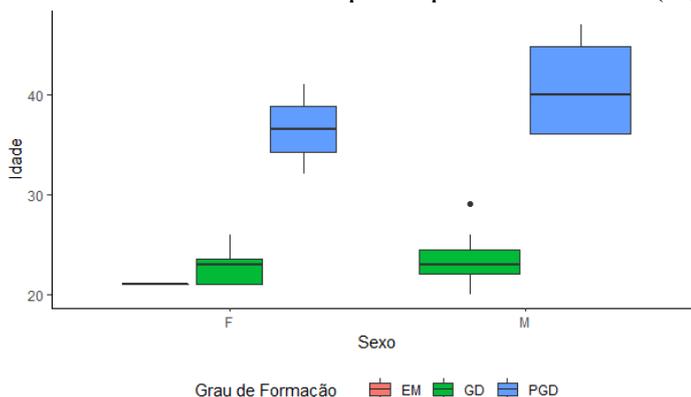


Figura 1 – População participante da análise sensorial de acordo com sexo, idade e grau de formação escolar. Nota: EM (Ensino médio), GD (Graduação), PGD (Pós-graduação).

Fonte: Os autores.

Em relação aos atributos analisados, houve maior concentração de notas nos primeiros níveis da escala adotada (Figura 2).

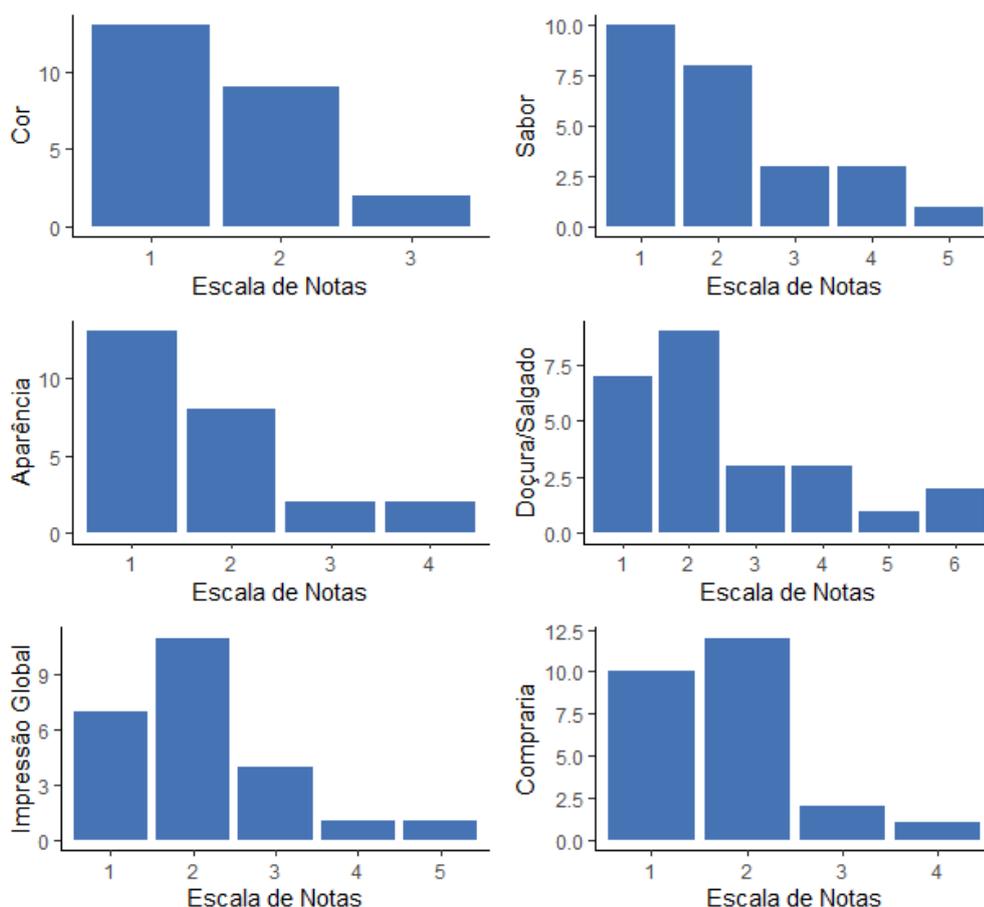


Figura 2 – Notas dadas pelos provadores para cada atributo analisado.
Fonte: Os autores.

Na análise estatística dos dados, testou-se se a frequência observada seria igual a frequência esperada. Isto é, caso sejam iguais, espera-se que as proporções para os que gostaram e não gostaram sejam em torno de 50%. A partir da análise dos dados, verificou-se que todos os atributos apresentaram o p -valor $\leq 0,05$, indicando que o reduzido de muruci teve aceitação pela maior parte dos provadores em todos os atributos testados. Inclusive, para o atributo Aparência, alcançou-se 100% de aceitação (Tabela 2).

Tabela 2 – Descrição tabular de frequências em relação ao gosto dos provadores de acordo com cada atributo analisado e seu respectivo p -valor da relação de dependência pelo teste Qui-quadrado (χ^2).

Atributos	Gostou	Não gostou	χ^2	P-valor
Cor	24	1	21,16	4.225e-06
Sabor	24	1	21,16	4.225e-06
Aroma	24	1	21,16	4.225e-06
Aparência	25	0	*	*
Doçura/Salgado	22	3	14,44	0.0001447
Impressão global	24	1	21,16	4.225e-06
Compraria	22	3	14,44	0.0001447

*Considerando que 100% dos provadores gostaram da aparência do produto, não há necessidade de aplicação do teste.

Fonte: Os autores.

Durante a análise sensorial os provadores também foram perguntados se comprariam o produto e por qual preço/quantidade consumiriam o reduzido de muruci. Os preços variaram entre R\$2,00 e R\$30,00 com porções de 200g a 390g.

Tabela 3 – Preços e quantidade de porções sugeridas pelos provadores para a venda do produto.

Valor sugerido (R\$)	Quantidade (g)
2	-
5	Pote*
6	200g
12	200g
12	390g
25	200g
30	Pote*

*Não foi informada a quantidade em gramas que poderia ser um pote.

Fonte: Os autores.

CONCLUSÕES

Concluiu-se é viável elaborar o produto oriundo da redução da polpa do muruci com a adição de cachaça, apresentando aceitação de consumo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA e ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos de Origem Animal – LTPOA, pela parceria.

REFERÊNCIAS

1. Almeida, S. P.; Proença, C. E. B.; Sano, S. M.; Ribeiro, J. F. Cerrados: Espécies Vegetais Úteis. Planaltina: Embrapa-Cpac, 1998. 464 P.
2. Lorenzi, H. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 1998, 2. Ed.
3. Embrapa. Murici (L.) Rich.). 2005. [acesso em 2021 Jul 13]. Disponível Em: http://www.cpafrp.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/folder_murici.pdf.
4. Morzelle, M. C.; Bachiega, P.; Souza, E. C.; Vilas Boas, E. V. B.; Lamounier, M. L. Caracterização Química e Física de Frutos de Curriola, Gabiroba e Murici Provenientes do Cerrado Brasileiro. Revista Brasileira de Fruticultura, 2015, V. 37, N. 1, P.96- 103.
5. Pereira, A.C.; Santos, E. R. Frutas Nativas do Tocantins com Potencial de Aproveitamento Econômico. Revista Agri-Environmental Science, V. 1, N. 1, P. 22- 37, 2014.

6. Monteiro, D. C. B.; Sousa, W. C.; Pires, C. R. F.; Azevedo, L. A.; Borges, J. S. Caracterização Físico-Química do Fruto e da Geleia de Murici (*Byrsonima crassifolia*). Enciclopédia Biosfera, 2015, V. 11, N. 21, P. 33-56.
7. Pellegrini. S. O que é Patrimônio Cultural Imaterial. São Paulo: Brasiliense, 2008.
8. Ferreira, D. C.; Pereira, J. N.; Silva, L. P. da; Sousa, L. F. de; Nascimento, W.; Romano, M. L. P. C. Elaboração e Análise Sensorial de Sorvete de Araçá (*Psidium cattleianum* (Mirtaceae)). 2021. [acesso em 2021 Oct 21]. Disponível em: <https://cba-agronomia.com.br/evento/cba2021/trabalhosaprovados/naintegra/10141>.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-93>

Capítulo 93

VINHO LARANJA: REVISÃO

Marianna Pozzatti Martins de Siqueira¹

¹Docente do Curso Superior de Tecnologia em Gastronomia – Instituto Federal Farroupilha – IFFAR. E-mail: mariannapms@hotmail.com.

Resumo: O vinho é uma bebida muito atrativa, tanto em termos sensoriais (aroma, cor e sabor), como por ter ação antioxidante atrelada ao seu consumo moderado. Segundo a legislação, existem três classificações quanto à coloração dos vinhos: branco, rosado e tinto. Contudo, nos últimos tempos, algumas vinícolas iniciaram o desenvolvimento e disseminação de um vinho denominado “vinho laranja”, “vinho âmbar” ou “vinho ancestral”. O “vinho laranja” consiste na bebida produzida com uvas brancas submetidas ao processo de vinificação em tinto. Como consequência, tem-se um vinho de coloração dourada até alaranjada forte, notas que remetem ao mel, terra, minerais, oxidação, além de um maior aporte de compostos fenólicos, devido ao contato prolongado com as cascas. Embora tenha sido a forma como os primeiros vinhos foram produzidos, só nos últimos anos que o interesse por este tipo de vinho ressurgiu. Por isso, existem poucas pesquisas relacionadas ao assunto. Deste modo, esta revisão objetiva conhecer o estado da arte referente ao assunto, a fim de compreender os estudos já realizados e poder auxiliar no desenvolvimento de pesquisas futuras que auxiliem tanto a academia quanto a indústria.

Palavras-chave: vinho âmbar; vinho ancestral; vinho branco com contato com as cascas; vinho laranja

INTRODUÇÃO

Em termos de legislação, existem apenas três classificações relacionadas à cor para vinhos: o branco, o rosado e o tinto (1). Mas, recentemente, vem atraindo interesse dos apreciadores o vinho feito de uvas de baga branca, no qual as cascas ficam em contato prolongado com o mosto, durante e após a fermentação. Estes vinhos são popularmente chamados de “vinhos laranja – do inglês *orange wine*” (2).

Este estilo de vinho teria nascido há milhares de anos na atual república da Geórgia, na realidade, teria sido o método precursor da produção de vinhos. O responsável pela retomada da técnica foi o produtor de vinhos italiano, Josko Gravner, da região do nordeste italiano. O contato das uvas brancas com suas cascas fornece aos vinhos maior ou menor tonalidade. Além desse fator, a cor advém também de ânforas de barro, onde os vinhos feitos por este método normalmente eram armazenados. Por este motivo, são comumente nomeados de vinhos ancestrais. Muitas vezes o uso de leveduras industriais é dispensado, alguns vinhos não são submetidos à filtração, o único coadjuvante aplicado é o enxofre e as uvas mais utilizadas são Ribolla Gialla, Friuliano,

Pinot Grigio, Malvasia e Riesling Itálico, pois resultam em vinhos equilibrados, mesmo com macerações longas, que podem levar até sete meses (3,4).

Além da cor particular, a textura, o sabor e os aromas são bastante diferentes daqueles encontrados em vinhos vinificados em branco. Nos vinhos laranja, é possível perceber a presença de polifenóis e textura tânica, devido ao contato com as partes sólidas da uva. Os aromas encontrados normalmente lembram frutos secos e têm notas oxidativas, terrosas e de especiarias (3,4).

Com relação à produção, algumas vinícolas vêm desenvolvendo seus próprios vinhos laranja, os quais tem um valor agregado bastante alto, devido ao caráter exótico, a escala de produção e o método de elaboração, o qual exige bastante estudo, devido à dificuldade de equilibrar a leveza inerente aos vinhos brancos com a carga fenólica aumentada além de processos oxidativos. Os rótulos mais conhecidos são da Itália, Chile, Eslovênia e Portugal, os valores giram em torno de R\$ 100,00 e R\$ 450,00 (3,4). No Brasil, há algumas vinícolas que se dedicam a produção deste vinho, principalmente na Serra Gaúcha (RS) e no Planalto Catarinense (SC). Os valores giram em torno de R\$ 120,00 (5).

Com base no exposto acima, verifica-se a necessidade de entender melhor este tipo de produto, uma vez que ele vem chamando atenção dos apreciadores de vinho. Portanto, o objetivo deste estudo consiste em realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os principais estudos referentes ao vinho laranja.

Para tanto, a metodologia empregada neste estudo consistiu em uma análise bibliométrica. O estudo tem característica teórica, possui objetivos descritivos e exploratórios e os procedimentos metodológicos enquadram-se como levantamento bibliográfico, uma vez que são baseados na observação de pesquisas referentes ao assunto abordado (6).

As etapas envolvidas no estudo foram uma análise preliminar sobre o assunto, a partir da qual observou-se as principais palavras-chave que descrevem o assunto, as quais foram: “vinho laranja”, “vinho ancestral”, “vinho âmbar” e “vinho branco vinificado com casca”, “orange wine”, “ancestral wine”, “amber wine” and “white wine with skins”. Após, prosseguiu-se a pesquisa, utilizando as referidas palavras-chave nas principais bases de dados, a saber, Scopus, Science Direct e Web of Science. Foram considerados os artigos mais relevantes e não foram aplicados filtros, tais como o ano de publicação, a fim de verificar a evolução das pesquisas ao longo do tempo. Após, foram selecionados os artigos, os quais compuseram o banco de dados, e, com base na leitura dos resumos dos artigos selecionados, formulou-se a compilação final dos artigos mais relevantes referentes ao assunto (Quadro 1).

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE VINHO LARANJA

Utilizando a metodologia anteriormente descrita, foi realizada a pesquisa colocando as palavras-chave, tanto em português como em inglês, entre aspas, nos citados mecanismos de busca. Com base na análise bibliométrica foram selecionados os artigos de maior relevância relacionados ao assunto (Quadro I).

Quadro I. Estudos intimamente relacionados ao assunto.

Referência	Título/Ano	Características do processo de vinificação	Análises realizadas
------------	------------	--	---------------------

7	Effect of skin contact on the free and bound aroma compounds of the white wine of <i>Vitis vinifera</i> L. cv Narince/2006	Influência do contato com as cascas na composição aromática de vinhos Narince	Perfil aromático (compostos livres e conjugados)
8	Quality potential of “new-old” white wine grape genotypes from Daunia (northern Apulia region): back to the future?/2011	Aplicação de pré-fermentação a frio para a verificação do potencial de produção de “vinho laranja”	Parâmetros físicos e químicos, propriedades sensoriais e principais compostos aromáticos
9	Evaluation of the impact of an archaic protocol on white wine free aroma compounds/2012	Longo contato do mosto com as cascas (variedade Garganega)	Análise de compostos voláteis
10	Sensory impact of skin contact on white wines characterized by descriptive analysis, time-intensity analysis and temporal dominance of sensations analysis/2015	Tempos variados de contato com as cascas em vinhos Riesling e Gewurztraminer	Análise descritiva, análise de tempo-intensidade e análise de dominância temporal de sensação
11	A comparative legal analysis of skin-contact wine definitions in Ontario and South Africa/2018	Análise da regulamentação do vinho laranja em Ontario e África do Sul	Revisão de literatura
12	Investigating the phenolic composition of orange wines: studying the effects of oxidation and skin contact on white wine tannin/2018	Diferentes concentrações de casca, adição de dióxido de enxofre e tempo de envelhecimento. Uva Pinot Gris	Compostos fenólicos e cor
13	Phenolic change associated with post-fermentation skin contact for two white wine varieties/2019	Vinificação em tinto para as uvas Cayuga e Vidal Blanc	Cor e compostos fenólicos
14	Comparison of selected phenolic components of white qvevri wines/2019	Vinificação em contato com as cascas em ânforas (variedade Zéta)	Capacidade antioxidante, polifenóis totais e concentração de catequina
15	Red, white, and...orange? A new look into an old wine/2019	Não identificado. Apenas indicação do contato com as cascas	Polifenóis totais, capacidade antioxidante total e cor
16	Polyphenolic profile of orange wines/2021	Diferentes tempos de maceração com as cascas em ânforas	Perfil polifenólico, cor e concentração de ferro

17	Influence of the presence of grape skins during white wine alcoholic fermentation/2021	Diferentes proporções de cascas em contato com o mosto	Composição físico-química e análise sensorial preliminar
18	Orange wines: Tannin extraction kinetics during maceration of white grapes/2021	Relato do impacto de diferentes tempos de maceração e aplicação ou não de prensagem	Cinética da extração de taninos durante a maceração pelicular de uvas brancas

Com base na bibliografia encontrada, verifica-se que o assunto é pouco explorado ao longo dos anos. Foram encontrados 12 estudos publicados entre os anos de 2006 a 2021. Sendo que a maioria pertence a anos mais recentes (2018, 2019 e 2021). Isto ocorreu porque este tipo de vinificação começou a ser utilizada novamente em meados dos anos 90, mas só recentemente se expandiu e despertou interesse em diversas vinícolas ao redor do mundo.

Também se verifica que os trabalhos são oriundos de diversos países: Estados Unidos, Alemanha, Itália, Nova Zelândia, Turquia, Hungria, Espanha e Canadá. Podemos observar a carência de pesquisas brasileiras, uma vez que não foi encontrado nenhum trabalho com as palavras-chave empregadas neste estudo.

É importante salientar que são estudadas diferentes variedades de uva, principalmente uvas que apresentam caráter mais frutado e maior concentração de compostos fenólicos, a fim de verificar o impacto do contato do mosto com as cascas na qualidade organoléptica e fenólica final do vinho.

O interesse da maioria das pesquisas versou sobre o estudo da coloração dos vinhos, da composição fenólica, aspectos organolépticos por meio de análise sensorial e composição volátil. Normalmente, vinhos brancos produzidos em contato com as cascas apresentam coloração dourada a alaranjada, aroma que remete a tons mélicos, terrosos e mais oxidados e uma maior concentração de diversos compostos fenólicos.

Selli et al. (2006) encontraram que o tratamento de maceração pelicular pode vir a ser uma forma de enriquecimento do vinho em termos de compostos aromáticos livres e ligados. No entanto, os autores sugerem mais estudos a fim de verificar o impacto deste tratamento na qualidade geral do vinho jovem e envelhecido (7). Palma et al. (2011) estudaram diversas variedades de uva com aplicação de maceração pré-fermentativa a frio. Observaram que os vinhos apresentaram uma coloração mais escura e identificaram por meio de GC-MS aromas que remetem a amêndoa, pêssego e flores brancas, ambos resultados condizem com o esperado para este tipo de vinificação (8). Fedrizzi et al. (2012) analisaram vinhos laranja elaborados com longo tempo de maceração com vistas à composição volátil. Os vinhos apresentaram elevada adstringência, como esperado, mas isso não trouxe desequilíbrio gustativo para o vinho. Com relação às notas de aroma, notas mélicas, de figos secos e tabaco foram encontradas neste tipo de vinho, provavelmente devido a uma maior concentração de ésteres. Os autores salientam que este tipo de tecnologia pode oferecer uma oportunidade interessante para os enólogos dependendo das características da uva, umas se adaptando melhor que outras (9). Sokolowsky et al. (2015) estudaram vinhos laranja provenientes das uvas Riesling e Gewürztraminer maceradas por diferentes períodos de tempo. Realizaram análise descritiva, análise de tempo-intensidade e análise de dominância temporal de sensação. Observaram comportamentos diferentes entre as variedades de uvas: a uva Riesling diferiu significativamente apenas com relação ao amargor e cor. Já a variedade Gewürztraminer diferiu no amargor, doçura, acidez e adstringência, bem como em várias

notas de aroma e cor. Ou seja, os aspectos de adstringência e coloração costumam ser os que mais apresentam alteração quando se realiza maceração pelicular, o que faz sentido, uma vez que o maior contato com as peles, acaba por extrair mais pigmentos e compostos que conferem amargor, como os taninos (10). Um aumento na proporção de cascas de uva causou uma maior concentração de taninos no vinho, aumento do pH e porcentagem de álcool. Diferentes concentrações de SO₂ auxiliaram a limitar o desenvolvimento de taninos no vinho, protegeram da oxidação e proporcionaram menor escurecimento. Os autores também indicaram a necessidade de mais estudos sobre o assunto (12). Allan (2019) foi o único autor que não verificou o aumento da composição fenólica ao analisar o impacto da maceração pelicular em vinhos elaborados com uvas híbridas. O autor sugere um estudo com outras variedades de uvas híbridas e viníferas a fim de entender melhor o assunto (13). Bene et al. (2019) estudaram diferentes variedades de uva a fim de observar se elas seriam ideais para a produção de vinhos no estilo “qvevri”. Observaram que algumas variedades como a “Zeta” podem ser uma opção para este tipo de vinificação, demonstrando mais uma vez diferenças de performance entre as variedades de uva e a necessidade de mais estudos sobre o assunto (14). Salemnia et al. (2019) verificaram que o vinho laranja apresentou compostos fenólicos e capacidade antioxidante muito superior ao vinho branco e um pouco inferior ao vinho tinto, o que é interessante do ponto de vista da manutenção da saúde pela ingestão de compostos antioxidantes. Também apontam que há variações na composição dos vinhos dependendo de inúmeros fatores, como a variedade de uva, particularidades da vinificação, envelhecimento, entre outros (15). Garcia-Torres et al. (2021) observaram diferentes amostras de vinho laranja: elaboradas em vasos de argila e com diferentes tempos de fermentação com as cascas. Verificaram correlação linear entre o tempo de maceração e o perfil fenólico dos vinhos, o que é interessante para moldar produtos diferenciados (16). Sancho-Galán et al. (2021) observou um aumento da velocidade de fermentação em vinhos macerados com diferentes proporções de casca, mas não observou alteração no consumo de nitrogênio pelas leveduras. Os vinhos não apresentaram diferenças na composição físico química, apenas na acidez volátil (aumentou conforme o aumento da proporção de cascas). Vinhos com 20% de cascas foram os mais bem avaliados sensorialmente (17). Schneider e Chichua (2021) observaram a cinética da extração de taninos em vinhos laranja e constataram que a variedade de uva, o grau de maturação, a duração e as condições técnicas determinam a cinética de extração de taninos. E que, para a extração exaustiva é necessário um maior tempo de contato do que para o vinho tinto, sendo indicado pelo menos 1 a 3 meses. A concentração de taninos pode ser comparada àquelas dos vinhos tintos leves (18).

Lorteau (2018) encontrou apenas dois países que estipularam regras para elaboração desta tipologia de vinho: a África do Sul e Canadá. As regras apresentam algumas diferenças e, entre outras instruções, indicam o tempo mínimo de maceração do mosto com as cascas, quantidade de SO₂, coloração e nomenclaturas indicadas.

A partir do avanço nos estudos sobre o assunto e elaboração deste tipo de vinho em vinícolas pelo mundo, espera-se que sejam desenvolvidas regras/legislações específicas a fim de disseminar o conhecimento e facilitar a produção, afinal, embora seja tratada como algo novo, esta técnica de vinificação é ancestral.

CONCLUSÕES

A partir deste estudo foi possível observar que diversos países vêm desenvolvendo esforços para elucidar as características de produção e de qualidade dos vinhos laranja, principalmente em termos de análise sensorial, coloração, composição fenólica e volátil. Contudo, ainda há muito espaço para desenvolver estudos e ampliar o conhecimento sobre o tema. Alguns tópicos importantes seriam dados sobre comercialização, produção, harmonização, testes empregando diferentes variedades de uva e recipientes de vinificação.

REFERÊNCIAS

1. Rizzon LA, Meneguzzo J, Abarzua C. E. Elaboração de vinho espumante na propriedade vitícola. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2000, p. 1-24.
2. Johnson H, Robinson J. Atlas mundial do vinho. 7. Ed. São Paulo: Globo Estilo; 2014, 400 p.
3. Logaldi A. Vinhos laranja, um mundo à parte. Artwine, consultoria de vinhos: artigos e reportagens [internet]. 2014 [acesso em 2021 Set 09]. Disponível em: <<http://www.artwine.com.br/artigos-e-reportagens/361/vinhos-laranja-um-mundo-a-parte>>.
4. Velloso G, Miwa M. Vinho nem branco nem tinto: laranja. O Paladar do Estadão [internet]. 2014 [acesso em 2021 Set 09]. Disponível em: <<http://paladar.estadao.com.br/noticias/bebida,vinho-nem-branco-nem-tinto-laranja,10000008630>>.
5. Tagliari M. O vinho laranja é o velho branco e a nova tendência [internet]. 2015. [acesso em 2021 Set 09]. Disponível em: <<http://gq.globo.com/Prazeres/Bebidas/noticia/2015/08/o-vinho-laranja-e-o-velho-branco-e-nova-tendencia.html>>.
6. Gil AC. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6 ed. São Paulo: Atlas;2008.
7. Selli S, Canbas A, Cabaroglu T, Erten H, Lepoutre J-P., Gunata Z. Effect of skin contact on the free and bound aroma compounds of the white wine of *Vitis vinifera* L. cv Narince. Food Control.2006;17:75-82.
8. de Palma L, Limosani P, De Michele M, Tamborra P, Tarricone L, Poli G, Novello V. Quality potential of “new-old” white winegrape genotypes from Daunia (northern Apulia region): back to the future?. In: Le Progrès Agricole et Viticole. - ISSN 0369-8173. - 17 GiESCo.2011;69-72.
9. Fedrizzi B, Versini G, Finato F, Casarotti EM, Nicolis E, Ferrarini R. Evaluation of the Impact of an Archaic Protocol on White Wine Free Aroma Compounds. Flavor Chemistry of Wine and Other Alcoholic Beverages.2012;8:117-131.

10. Sokolowsky M, Rosenberger A, Fischer U. Sensory impact of skin contact on white wines characterized by descriptive analysis, time–intensity analysis and temporal dominance of sensations analysis. *Food Quality and Preference*. 2015;39:285-297.
11. Lorteau S. A comparative legal analysis of skin-contact wine definitions in Ontario and South Africa. *Journal of Wine Research*. 2018;1-13.
12. Townshend ER. Investigating the phenolic composition of orange wines: studying the effects of oxidation and skin contact on white wine tannin. Dissertação apresentada a faculdade de Lincoln; 2018.
13. Allan JR. Phenolic change associated with post-fermentation skin contact for two white wine varieties. Project paper presented to the faculty of the graduate school of Cornell University; 2019.
14. Bene Z, Kállay M, Horváth BO, Nyitrai-Sárdy D. Comparison of selected phenolic components of white qvevri wines. *Mitteilungen Klosterneuburg*. 2019;69:76-82.
15. Salemnia S, Garcia-Torres R, Herman D, Fajardo-Lira C. Red, White, And...Orange? A New Look into an Old Wine. *Current Developments in Nutrition*. 2019;3:1765.
16. Garcia-Torres R, Ramírez-Rodrigues MM, Pérez-Alva A. Polyphenolic Profile of Orange Wines. *Current Developments in Nutrition*. 2021;5:1158.
17. Sancho-Galán P, Amores-Arocha A, Jiménez-Cantizán A, Palacios V. Influence of the Presence of Grape Skins during White Wine Alcoholic Fermentation. *Agronomy*. 2021; 11:452.
18. Schneider V, Chichua D. Orange wines: Tannin extraction kinetics during maceration of White grapes. *Internet Journal of Viticulture and Enology* [internet]. 2021 [acesso em 2021 Set 09]. Disponível em: <<https://www.infowine.com/intranet/libretti/0/19915-Orange%20wines.pdf>>.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-94>

Capítulo 94

Tabela nutricional de bolo para dietas restritivas contendo castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*)

Flávia Barbosa Schappo¹; Juliana Lopes de Lima¹; Rafael Amancio¹; Maria Luiza Tonetto Silva¹; Gustavo da Silva Fortunato¹; Itaciara Larroza Nunes²; Maria Manuela Camino Feltes²

¹Estudantes do Curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos - CCA – UFSC; E-mail: flavia.olibarbosa@gmail.com; julianalopesdelimapb@gmail.com; malutonetto62@gmail.com; gsf051993@gmail.com; rafael.amancio18@yahoo.com.br, ²Docente/pesquisador do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – CCA – UFSC. E-mail: itaciara.nunes@ufsc.br; manuela.feltes@ufsc.br

Resumo:

A castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) ou castanha do Pará é uma matéria-prima da sociobiodiversidade brasileira que apresenta alta qualidade nutricional. O presente trabalho objetivou elaborar a tabela nutricional de um bolo contendo castanha-do-brasil, sem adição de açúcares, leite ou derivados, adequado para dietas restritivas, e cuja formulação havia sido previamente divulgada na forma de tutorial em um vídeo. A partir de uma formulação base, foram realizados testes até chegar a uma massa de bolo considerada ideal pela equipe. A elaboração da tabela nutricional foi realizada a partir de cálculos teóricos com base nas legislações RDC 359 e 360/2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), em vigor. As IN 75/2020 da ANVISA, que vigora a partir de 2022, RDC 429/2020 e RDC 54/2012 também foram consultadas. Foi possível elaborar um bolo nutritivo com teor de fibra de 2,6 g/porção, suficiente para conter a alegação “fonte de fibras”. O produto aqui proposto pode ser uma excelente alternativa para estimular o consumo de castanha-do-brasil, mediante o desenvolvimento de uma formulação com elevado valor nutricional.

Palavras-chave: Castanha do Pará; restrição alimentar; propriedades funcionais; fibras alimentares.

INTRODUÇÃO

A castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), também conhecida como castanha do Pará, é um tipo de noz nativa da Amazônia. É um fruto colhido por habitantes locais e considerado essencial como fonte de renda para muitas comunidades indígenas e ribeirinhas da região (1), inclusive para cooperativas.

Assim como os demais tipos de frutos e sementes oleaginosos, a castanha-do-brasil é considerada um alimento de alta energia, especialmente devido à sua composição, com altos teores de lipídeos e proteínas. A quantidade de lipídios é de aproximadamente

66,2%, com 15%, 21% e 25% de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados, respectivamente. Destaca-se que o ácido linoleico, um ácido graxo essencial, corresponde a 36% da composição em ácidos graxos dos lipídios desta matriz (2).

O teor de proteína, de aproximadamente 15%, também fornece vantagens, especialmente devido à qualidade dos aminoácidos presentes (3). Além disso, possui cerca de 7 a 8% de fibras alimentares. Por ter altos teores de gorduras, proteínas e fibras, todas de alta qualidade nutricional, este alimento é capaz de fornecer energia e saciedade, não favorecendo o ganho de massa corpórea, desde que consumido em quantidade adequada (4).

Em relação aos micronutrientes, a castanha-do-brasil apresenta altas concentrações de magnésio (393,5 mg/100 g), cobre (2 mg/100 g) e zinco (4,7 mg/100 g), além de ser a noz com maior quantidade de selênio (2). O teor deste mineral pode variar muito dependendo da região de cultivo (5). O consumo de selênio já foi associado a diversos benefícios para a saúde, especialmente em relação às suas propriedades antiproliferativas e antioxidantes (6), que são associadas à diminuição do risco de câncer (7) e de doenças neurodegenerativas (6).

Existe uma grande diversidade de produtos nos quais essa castanha pode ser empregada, como barras de cereais e produtos de panificação. A mesma pode ser consumida individualmente ou utilizada como ingrediente para a elaboração de novos produtos. Devido à sua alta qualidade nutricional e quantidade de compostos bioativos, é um alimento adequado para elaboração de produtos com alegações de propriedades funcionais destinados a dietas restritivas, por exemplo.

Propriedade funcional, segundo a ANVISA, é “aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente e/ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e/outras funções normais do organismo humano” (8). No caso de alimentos desenvolvidos com castanha-do-brasil, a alegação funcional pode ser relacionada, por exemplo, às fibras alimentares, aos lipídios presentes, ou aos teores de tocoferóis, fitosteróis e selênio (1).

Atualmente, a demanda por produtos com alegações de propriedades funcionais tem aumentado, especialmente devido à maior preocupação do consumidor com a qualidade dos alimentos e com a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. Além da demanda por produtos com tais alegações, alimentos que atendam ao público que possui restrições na dieta, como alergias e intolerâncias, também têm tido maior investimento.

Um exemplo de alimento comumente responsável por reações adversas às pessoas sensíveis é o leite. As alergias alimentares consistem em sintomas desencadeados por uma resposta imunológica específica, após o consumo de determinados alimentos, sendo que os sintomas podem ser desde leves reações gastrointestinais e cutâneas, até quadros graves de anafilaxia (9). Já a intolerância à lactose consiste na incapacidade de digerir o açúcar do leite (lactose) devido à ausência da enzima lactase, e desencadeia principalmente, mas não exclusivamente, sintomas gastrointestinais.

As cooperativas, neste caso da castanha-do-brasil, atuam em etapas que envolvem desde a extração da matéria-prima até o incentivo à comercialização de produtos. Estão engajadas em um processo constante de inovação que agrega valor à matéria-prima, fortalecendo o cooperativismo e o associativismo, sempre relacionado com o desenvolvimento sustentável, que visa o fortalecimento da sociedade e a melhoria de qualidade de vida (10).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi elaborar a tabela nutricional de um bolo contendo castanha-do-brasil, sem adição de açúcares, leite ou derivados, adequado para dietas restritivas. A elaboração deste produto foi apresentada, na forma de tutorial, em um vídeo divulgado no projeto de extensão “Festa junina científica virtual” do Centro de Ciências Agrárias (CCA)/UFSC no ano de 2020, para estimular o uso desta castanha altamente nutritiva na dieta, além de divulgar a ciência entre a população brasileira.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Os ingredientes para a elaboração do bolo foram obtidos no comércio local de Florianópolis. O bolo foi elaborado com equipamentos de pequeno porte, incluindo forno caseiro.

Desenvolvimento do bolo

O desenvolvimento do bolo partiu de uma formulação de bolo funcional de banana com uva passas, sem adição de leite, nem de açúcar. A partir desta formulação base, foram realizados diversos testes para chegar a uma proporção de ingredientes e a um modo de preparo que fornecesse uma massa de bolo, antes e depois de assar, com textura considerada ideal pela equipe (Tabela 1). A avaliação foi realizada de maneira subjetiva, em função da suspensão das atividades presenciais da UFSC devido à pandemia da Covid-19.

Elaboração da tabela nutricional

Com base na formulação definida, foi elaborada a tabela nutricional do bolo. Os dados de cada nutriente foram obtidos na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (11) e os cálculos foram realizados utilizando-se o *software* Excel. Para os cálculos teóricos da tabela nutricional, considerou-se a perda de 10% em massa de água na etapa de cozimento do bolo, dado obtido por pesagem da massa do mesmo, antes e após forneamento.

A tabela nutricional foi elaborada com base na regulamentação atualmente em vigor no Brasil: as RDC 359 e 360/2003 (12,13) da ANVISA. A tabela nutricional do produto foi apresentada no modelo vertical (Tabela 1).

As novas legislações sobre rotulagem nutricional (RDC 429/2020 e Instrução Normativa 75/2020 da ANVISA) (14,15), já publicadas no Brasil e que entram em vigor, no país, em outubro de 2022 (24 meses após a publicação), respectivamente, também foram consultadas para a discussão dos resultados.

A RDC 54 de 12 de novembro de 2012 da ANVISA (16), que dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar, também foi consultada.

Tabela 1 – Formulação e etapas de preparo do bolo funcional com castanha-do-brasil.

Insumo	Massa (g)	Medida Caseira	Etapas de preparo
Castanha-do-brasil	54,90	½ xícara	1. Aquecer o forno a 200 °C. 2. Em um liquidificador, colocar as castanhas, as passas, os ovos, o óleo, as bananas picadas e a aveia. 3. Bater até obter uma massa homogênea. 4. Desligar o liquidificador e adicionar a canela e o fermento em pó químico. 5. Misturar suavemente. 6. Despejar em uma forma retangular (aproximadamente 28 cm x 12 cm) previamente untada. 7. Assar no forno a 200 °C por cerca de 20 minutos.
Uva passas	67,20	½ xícara	
Ovo	200,00	4 unidades	
Óleo de soja ou de milho	90,00	½ xícara	
Banana nanica	344,00	4 unidades	
Aveia	152,00	2 xícaras	
Canela em pó	14,60	Quantidade suficiente	
Fermento em pó químico	14,60	1 colher de sopa	

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível elaborar um bolo contendo castanha-do-brasil, sem adição de leite ou derivados, e sem adição de açúcar. O bolo desenvolvido apresentou massa homogênea e textura adequada para este tipo de produto antes (Figura 1a) e depois de assar (Figura 1b e 1c). A formulação foi considerada simples e de rápido preparo, podendo ser facilmente elaborada em residências, por exemplo.

A formulação e o modo de preparo do bolo foram divulgados em um vídeo produzido pela equipe de pesquisa em 2020 e veiculado no Canal do CCA/UFSC no YouTube. Este material audiovisual também buscou apresentar informações científicas

importantes sobre a castanha-do-brasil, como suas características, as formas de comercialização desta matéria-prima e a necessidade do desenvolvimento de alimentos que atendam às necessidades de dietas restritivas.



Figura 1 – Fotos do bolo contendo castanha-do-brasil, antes (a) e depois (“b” e “c”) de assar.

A tabela nutricional do bolo, elaborada conforme a RDC 360/2003 da ANVISA, está apresentada na Figura 2.

Cabe mencionar que o valor da ingestão diária recomendada (IDR), apresentado na tabela, corresponde à ingestão diária de um nutriente que é considerada suficiente para atender às necessidades de indivíduos saudáveis.

Conforme apresentado na tabela nutricional, o bolo contém, majoritariamente, carboidratos e lipídios, seguido de proteínas e fibra alimentar, indicando o alto valor nutricional deste produto.

No que diz respeito à Informação Nutricional Complementar, de acordo com a RDC 54/2012 da ANVISA (16), se o alimento apresentar 2,5 g de fibras e 6 g de proteína por porção, o mesmo pode ser considerado fonte destes nutrientes. Sendo assim, o bolo elaborado poderia apresentar a alegação de fonte de fibras, mas não atingiria a exigência para ser considerado fonte de proteína, com base na regulamentação citada (Figura 2).

Já de acordo com a IN 75/2020 (15), que recebeu alterações em relação às alegações de nutrientes e da IDR, se o alimento apresentar 10% da IDR de fibras, também pode ser considerado fonte deste nutriente. As fibras alimentares são substâncias resistentes à hidrólise pelas enzimas digestivas humanas, podendo contribuir para a saúde da microbiota intestinal e para a sensação de saciedade (17).

Em relação ao teor de proteínas, é necessário apresentar 11% da IDR aliado a uma quantidade de aminoácidos específica (disponível no anexo XXI da IN 75/2020), para garantir que a alegação “fonte de proteína” seja atribuída a alimentos que possuem proteínas de alta qualidade. Dessa forma, embora uma porção do bolo elaborado atinja os 11% da IDR de proteínas, a alegação de fonte de proteínas poderia ser verificada somente após a quantificação dos aminoácidos presentes, sabendo que a lisina é apontada, na literatura, como o aminoácido limitante na castanha-do-brasil (18,19).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 60 g (uma fatia)		
	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor energético	224 kcal = 936 kJ	11
Carboidratos	22 g	7
Proteínas	5,6 g	7
Gorduras totais	14 g	25
Gorduras saturadas	2,6 g	12
Fibra alimentar	2,6 g	10
Sódio	160 mg	7

Não contém quantidade significativa de gordura *trans*.
(*) % Valores diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo das suas necessidades energéticas.

Figura 2 - Tabela nutricional do bolo contendo castanha-do-brasil, elaborada de acordo com a RDC 360/2003 da ANVISA, com base em cálculos teóricos.

As proteínas, por sua vez, exercem diversas funções no organismo, dentre elas, estrutural, hormonal, de transporte e de defesa. A castanha-do-brasil possui diversos aminoácidos essenciais, termo utilizado para aqueles que não são sintetizados pelo organismo humano e devem ser adquiridos através da alimentação (20).

O aminoácido essencial predominante na castanha-do-brasil é a metionina, que participa da síntese proteica e de creatina, substância responsável por auxiliar na função muscular. A metionina é precursora de aminoácidos importantes para eliminação de toxinas e construção de tecidos (21).

Ressalta-se, ainda, que as empresas brasileiras já estão buscando adequar as formulações dos produtos, bem como os rótulos dos mesmos, conforme os novos regulamentos de rotulagem nutricional publicados no país, que entram em vigor a partir de outubro de 2022, de forma gradual para os diferentes setores da produção de alimentos. A tabela nutricional do bolo, portanto, deverá ser adequada conforme os novos regulamentos da ANVISA, a saber, RDC 429/2020 (14) e IN 75/2020 (15), para fins de comercialização do produto.

Além dos nutrientes apresentados na tabela nutricional da Figura 2, cabe mencionar que o teor de selênio calculado para o bolo foi de 148 µg por porção de 60 g, atingindo mais de 100% do IDR, quando se utiliza tanto a RDC 360/2003 (13) quanto a IN 75/2020 (15) como referência. No caso do selênio, além da IDR, é necessário ter atenção à quantidade máxima segura para a ingestão, pois este mineral pode causar

intoxicação ou selenose, doença que causa fadiga, problemas gastrointestinais e na pele. O valor máximo seguro para consumo é de 400 µg por dia (4). Dessa forma, o bolo desenvolvido apresentou um alto teor deste nutriente, mas uma porção (60 g) poderia ser consumida diariamente sem ultrapassar o teor de selênio máximo para consumo diário. Cabe mencionar que o selênio encontra-se na forma de selenocisteína na castanha-do-brasil (22).

Diante do exposto, considera-se que o bolo com castanha-do-brasil, sem adição de leite nem de derivados, e sem adição de açúcares, apresenta alta qualidade nutricional e pode contribuir com a sociedade de diferentes formas, a saber:

(1) Seguindo a tendência mundial que busca melhorar a qualidade da alimentação da população, especialmente devido às doenças crônicas não transmissíveis, que são um problema de saúde pública;

(2) Atendendo às demandas de consumidores com restrições alimentares por produtos adequados à sua dieta;

(3) Levando em consideração a necessidade de desenvolvimento de produtos alimentícios com formulações sem adição de açúcares;

(4) Estimulando a economia local, tendo em vista que utiliza uma matéria-prima da sociobiodiversidade brasileira para agregar valor à cadeia de produção de castanha-do-brasil.

CONCLUSÕES

A utilização da castanha-do-brasil na elaboração de um bolo de rápido preparo resultou em um alimento nutritivo, fonte de fibras, e adequado para dietas restritivas, isentas de leite e derivados, e sem açúcares adicionados.

O desenvolvimento desse produto com alta qualidade nutricional pode ser relevante para estimular a valorização da castanha-do-brasil (castanha do Pará) como ingrediente para a elaboração de produtos com alegações de propriedades funcionais e que podem contribuir para melhorar a dieta do consumidor.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e SESCOOP pelo apoio financeiro (Processo n. 403195/2018-7) e pela concessão de bolsa para F.B. Schappo e J.L. Lima (Processos n. 381521/2021-4 e n. 88887.631066/2021-00).

REFERÊNCIAS

1. Ribeiro MBN, Jerozolinski A, Robert P de, Salles N V., Kayapó B, Pimentel TP, et al. Anthropogenic Landscape in Southeastern Amazonia: Contemporary Impacts of Low-Intensity Harvesting and Dispersal of Brazil Nuts by the Kayapó Indigenous People. 2014;9:102187.
2. Cardoso BR, Duarte GBS, Reis BZ, Cozzolino SMF. Brazil nuts: Nutritional

- composition, health benefits and safety aspects. *Food Res Int.* 2017;100:9–18.
3. USDA. Nuts, brazilnuts, dried, unblanched [Internet]. 2018 [Acesso em 2021 Set 14]. Disponível em: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170569/nutrients>
 4. Lima, RNB e Souze, CR. Embrapa Amazônia Ocidental. Recomendação de espaçamento para produção de madeira de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. et Bonpl.) para plantios em áreas alteradas no Amazonas. [Internet]. 2014 [Acesso em 2021 Set 6]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1007851>
 5. Silva, R. Quantidade de selênio nas castanhas-do-brasil varia de acordo com região - Portal Embrapa [Internet]. 2016 [Acesso em 2021 Set 6]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/11010983/quantidade-de-selenio-nas-castanhas-do-brasil-varia-de-acordo-com-regiao>
 6. Cardoso BR, Roberts BR, Bush AI, Hare DJ. Selenium, selenoproteins and neurodegenerative diseases. *Metallomics.* 2015;7(8):1213–28.
 7. Méplan C, Hesketh J. Selenium and Cancer: A Story that Should not be Forgotten-Insights from Genomics. *Cancer Treat Res.* 2014;159:145–66.
 8. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem.
 9. Palhares M de PP e, Santos PPB dos, Santos ALS dos, Goddard CL, Souza SVC de. Alimentos alergênicos sob a perspectiva regulatória: uma revisão. *Res Soc Dev.* 2021;10(1):7310111541.
 10. Haddad CJ, Fortes M, Tutor B, Prado O, Serviço Da Eaesp U. Projeto Projeto Castanha-do-Brasil Amapá Conexão Local-ANO II. 2006.
 11. Nepa, UNICAMP. Tabela brasileira de composição de alimentos. 4. ed. Campinas:BookEditora. 2011.
 12. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional.
 13. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução nº 360, de 23 de dezembro 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados.
 14. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Resolução sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados.
 15. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Instrução normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020. Requisitos técnicos para declaração da rotulagem

nutricional nos alimentos embalados.

16. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar.
17. BeMiller, MJ e Huber, CK. Carboidratos. Química de Alimentos do Fennema. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
18. Venkatachalam M, Roux KH, Sathe SK. Biochemical Characterization of Soluble Proteins in Pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]. *J Agric Food Chem* [Internet]. 2008;56(17):8103–10.
19. Santos OV, Corrêa NCF, Carvalho RN, Costa CEF, França LFF, Lannes SCS. Comparative parameters of the nutritional contribution and functional claims of Brazil nut kernels, oil and defatted cake. *Food Res Int*. 2013;51(2):841–7.
20. Damodaran, S. Aminoácidos, peptídeos e proteínas. Química de Alimentos do Fennema. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
21. UFRGS Ciência. Mecanismos e efeitos de doenças relacionadas ao excesso de metionina e de homocisteína são temas de pesquisas – UFRGS Ciência [Internet]. 2017 [Acesso em 2021 Set 7]. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/ciencia/mecanismos-e-efeitos-de-doencas-relacionadas-ao-excesso-de-metionina-e-de-homocisteina-sao-temas-de-pesquisas-na-ufrgs/>
22. Speckmann B, Grune T. Epigenetic effects of selenium and their implications for health. 2015;10(3):179–90.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-95>

Capítulo 95

UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE LINHAÇA MARROM (*Linum usitatissimum* L.) NA PRODUÇÃO DE QUICHE SEM GLÚTEN: ANÁLISES DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL

Ana Caroline de Carvalho Marins¹; Andresa da Silva Couto¹; Andressa de Luna Gama dos Santos¹; Kelly Veloso da Cruz¹; Pedro Castro Cardoso¹; Suzana Maria de Lemos Freitas²; Renata Rangel Guimarães²

¹Estudante do Curso de Nutrição - INU – UERJ; E-mail: caroliine.marins@gmail.com.

²Docente/pesquisador do Depto de Nutrição Básica e Experimental – INU – UERJ. E-mail: rerangelguimaraes@gmail.com.

Resumo: O desenvolvimento de produtos alimentícios diferenciados, com qualidade nutricional e alegações para fins especiais destinados a portadores de doença celíaca e com intolerância ao glúten, é importante para aumentar a oferta no mercado, oportunizando a escolha de alimentos mais saudáveis. O presente estudo teve por objetivo desenvolver uma quiche com farinhas de linhaça e arroz, e avaliar sua composição centesimal e suas características microbiológicas e sensoriais. Testes experimentais foram realizados para definir as concentrações dos ingredientes. Foram elaboradas duas formulações: Formulação Padrão (FP), massa à base de farinha de trigo refinada, e Formulação Experimental (FE), massa à base de farinha de linhaça marrom e farinha de arroz refinada. Análises da composição centesimal, microbiológica e sensorial foram realizadas. FP e FE não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) de umidade, proteínas e cinzas; já o teor de lipídios ($p < 0,05$) e de fibras alimentares foram superiores na FE. As formulações estavam de acordo com os padrões microbiológicos legais vigentes. Não houve diferença ($p > 0,05$) para sabor e aceitação global entre as formulações, enquanto a FE obteve menores médias para aparência e textura. Índice de Aceitabilidade foi maior que 70% para todos os atributos em ambas as formulações. A farinha de linhaça marrom é um ingrediente viável para a produção de quiche isenta de glúten. Novos estudos são importantes a fim de aprimorar as características sensoriais, especialmente o atributo textura.

Palavras-chave: análise sensorial; linhaça marrom; qualidade nutricional; quiche sem glúten.

INTRODUÇÃO

A doença celíaca é uma condição mediada pelo sistema imune caracterizada por uma enteropatia do intestino delgado, com sintomas sistêmicos relacionados a uma má absorção de nutrientes e/ou ativação do sistema imune em indivíduos que possuem predisposição à doença (1). Consiste em uma enteropatia com atrofia das

microvilosidades intestinais, causando diarreia, dor e desconforto abdominais, entre outros (2).

Essa enfermidade é ocasionada pela ingestão de alguns cereais, os quais contêm proteínas formadoras do glúten, especialmente a prolamina, como trigo, centeio e cevada, sendo o seu controle realizado através de uma dieta isenta de glúten, a qual normalmente tem um baixo teor de fibras alimentares por conter farinhas de cereais refinados (3, 4).

O glúten tem um papel importante no desenvolvimento de massas, pois favorece o desenvolvimento de uma rede estrutural que assegura consistência e promove flexibilidade. Isto confere melhor estrutura e textura aos produtos panificáveis (5), o que torna a produção de alimentos isentos de glúten um desafio tecnológico.

Farinha de linhaça (*Linum usitatissimum*) pode ser indicada para substituir as farinhas de cereais que contêm glúten, em especial a de trigo. A linhaça é uma semente oleaginosa, com propriedades nutricionais notáveis, tendo expressivas quantidades de proteínas, lipídios do tipo ômega 3, vitamina E, além da riqueza de compostos bioativos e fibras alimentares. As variedades marrom e dourada são semelhantes em sua composição química, tendo a marrom uma maior produção no Brasil e, portanto, importante que tenha seu consumo estimulado (3, 6, 7).

A farinha de arroz (*Oryza sativa*) é produzida a partir dos grãos quebrados, a qual pode ser um substituto parcial ou total da farinha de trigo no desenvolvimento de produtos alimentícios, sendo um ingrediente viável devido às suas características tais como ausência de glúten, hipoalergenicidade, boa digestibilidade e sabor suave (8, 9).

A quiche é uma preparação alemã, mas tornou-se típica da culinária francesa, caracterizada por uma torta salgada de massa fina e crocante, preparada com recheio, doce ou salgado, de creme e outros ingredientes, sem cobertura de massa ou de molho (10).

O desenvolvimento de produtos alimentícios diferenciados, como a quiche, com qualidade nutricional e alegações para fins especiais destinados a portadores de doença celíaca e com intolerância ao glúten, é importante para aumentar a oferta no mercado, oportunizando a escolha de alimentos mais saudáveis.

Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo desenvolver uma quiche com farinhas de linhaça e arroz, e avaliar sua composição centesimal e suas características microbiológicas e sensoriais.

MATERIAL E MÉTODOS

Matérias-primas

O presente estudo aconteceu no segundo semestre de 2019 nos Laboratórios de Técnica Dietética, Bromatologia e Microbiologia de Alimentos do Instituto de Nutrição (INU) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), campus Maracanã. Todos os ingredientes foram adquiridos no mercado varejista do município do Rio de Janeiro.

Elaboração das quiches

Alguns testes experimentais foram realizados para definir as concentrações dos ingredientes.

Na Tabela 1, está descrita a quantidade dos ingredientes utilizados na elaboração das duas formulações de quiche, massa e recheio: Formulação Padrão (FP), massa à base de farinha de trigo refinada, e Formulação Experimental (FE), massa à base de farinha de linhaça marrom e farinha de arroz refinada. Ambas as formulações apresentaram o mesmo recheio.

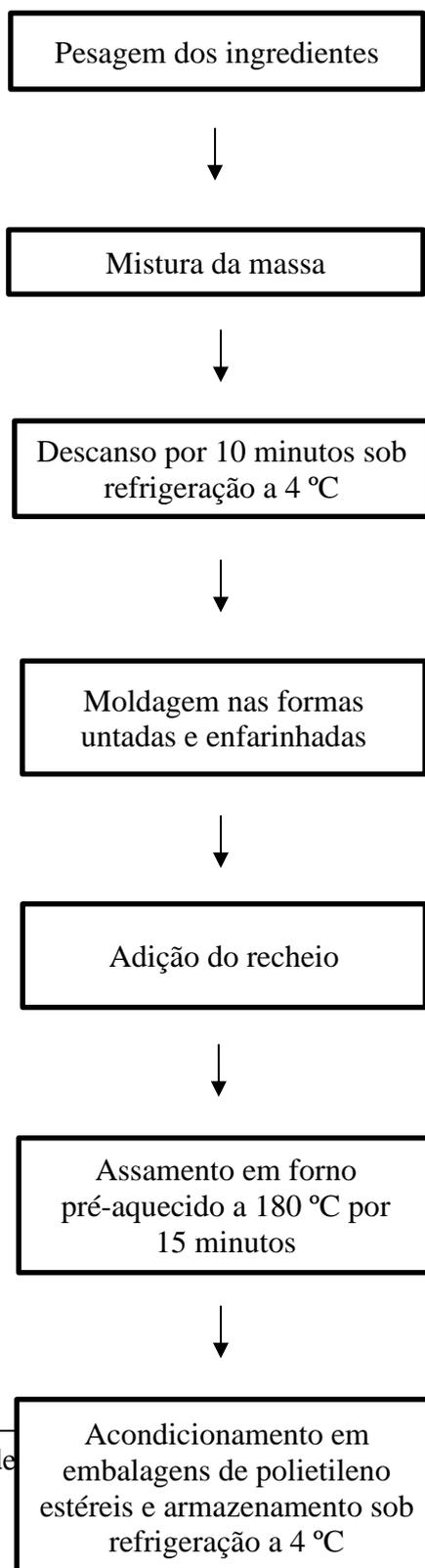
Tabela 1 - Ingredientes para a elaboração das formulações de quiche

Ingredientes da massa	Formulações			
	FP		FE	
	Quantidade (g/mL)	Percentual (%)	Quantidade (g/mL)	Percentual (%)
Farinha de trigo refinada	500	57,60	-	-
Farinha de arroz refinada	-	-	250	30,56
Farinha de linhaça marrom	-	-	250	30,56
Manteiga com sal	250	28,80	200	24,45
Ovo	100	11,52	100	12,22
Água filtrada	10	1,15	10	1,22
Sal	8	0,92	8	0,98
Ingredientes do recheio				
Queijo mussarela ralado	480	29,63	480	29,63
Leite integral	400	24,69	400	24,69
Creme de leite	400	24,69	400	24,69
Queijo parmesão	160	9,88	160	9,88
Abobrinha <i>in natura</i>	120	7,41	120	7,41
Cebola <i>in natura</i>	60	3,70	60	3,70

FP: Formulação Padrão, massa de quiche à base de farinha de trigo refinada; FE: Formulação Experimental, massa de quiche à base de farinha de arroz refinada e farinha de linhaça marrom.

O fluxograma com as etapas de produção das quiches está descrito na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das etapas de produção das quiches



Análise da composição centesimal

Foram analisados umidade pelo método de secagem em estufa à 105 °C; cinzas por incineração em mufla à 550 °C; proteínas pelo método de Kjeldahl; lipídeos por extração em Soxhlet (11). Carboidratos foram calculados por diferença em relação às demais frações e fibras alimentares estimadas através da Tabela de Composição de Alimentos (12) e rótulos dos alimentos/ingredientes.

Análise microbiológica

Foram pesquisados coliformes a 45 °C/g, *Staphylococcus* coagulase positiva/g, *Bacillus cereus*/g e *Salmonella* sp./25g, utilizando o protocolo da *American Public Health Association* (13). Os resultados foram comparados à Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (14), vigente na época do estudo. A análise microbiológica foi realizada para garantir a entrega segura das quiches aos provadores durante a avaliação sensorial.

Análise sensorial

Foram aplicados teste de aceitação por escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de “gostei extremamente” (9) a “desgostei extremamente” (1) para avaliação dos atributos: aparência, textura, sabor e aceitação global, e teste de intenção de compra por escala de três pontos: “certamente compraria”, “tenho dúvidas se compraria” ou “certamente não compraria”.

A avaliação sensorial das formulações padrão e experimental de quiche foi realizada em blocos incompletos, com 52 provadores não treinados de ambos os sexos, estudantes de graduação e pós-graduação, funcionários e visitantes da universidade, recrutados de acordo com sua disponibilidade e interesse em participar dos testes, aos quais foram oferecidas amostras de 1 unidade média de quiche (11).

Para o cálculo do Índice de Aceitabilidade (IA), foi adotada a equação $IA (\%) = A \times 100 / B$, em que, A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto. O $IA \geq 70\%$ foi considerado como boa aceitação (15).

Análise estatística

Os resultados das análises da composição centesimal e sensorial foram avaliados por meio do teste t de Student seguido do pós-teste de Tukey, ao nível de significância 5% ($p < 0,05$), utilizando o software SPSS Statistics 20.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da composição centesimal

Os resultados da análise da composição centesimal estão mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Composição centesimal das formulações padrão e experimental de quiche

Características (%)	Formulações	
	FP	FE
Umidade	37,70 ^a ± 0,94	37,53 ^a ± 0,94
Proteínas	13,10 ^a ± 0,22	10,37 ^a ± 0,29
Lipídios	20,30 ^a ± 0,04	21,69 ^b ± 0,04
Cinzas	2,94 ^a ± 0,84	2,92 ^a ± 0,86
Carboidratos	24,56	20,59
Fibras alimentares*	1,4	6,9

FP: Formulação Padrão, massa de quiche à base de farinha de trigo refinada; FE: Formulação Experimental, massa de quiche à base de farinha de arroz refinada e farinha de linhaça marrom.

*Estimadas a partir dos valores nutricionais disponibilizados pela TACO (12) e pelo rótulo dos alimentos/ingredientes.

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste t de Student seguido do pós-teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As formulações FP e FE não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) de umidade, proteínas e cinzas. A quantidade de farinha de linhaça marrom adicionada à farinha de arroz refinada na formulação experimental para substituir a farinha de trigo refinada não foi suficiente para aumentar os teores proteicos e minerais.

O teor de lipídios foi superior ($p < 0,05$) na FE. A composição lipídica da semente de linhaça perfaz 30%, nos quais cerca de 53% são de ácido alfa-linolênico ($\omega 3$). Além disso, a relação $\omega 6/\omega 3$ é de aproximadamente 0,3:1, a qual é considerada excelente (16).

Segundo Martínez et al. (17), sementes de linhaça contêm cerca de 30% de fibras alimentares. A adição de farinha de linhaça marrom à FE contribuiu para aumentar o teor de fibras alimentares, a qual apresentou 6,9 g em 100g, podendo, portanto, ser caracterizada com alegação "alto conteúdo" (18).

Análise microbiológica

Os resultados da análise microbiológica estão expressos na Tabela 3. Observou-se que as formulações FP e FE estavam de acordo com os padrões legais vigentes (14) e, desta forma, seguros para a análise sensorial.

Tabela 3. Avaliação microbiológica das formulações padrão e experimental de quiche

Microrganismos	Formulações		RDC nº 12/2001*
	FP	FE	
Coliformes termotolerantes/g (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	10 ²
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g (UFC/g)	< 10 ²	< 10 ²	10 ³
<i>Bacillus cereus</i> /g (UFC/g)	< 10 ²	< 10 ²	10 ³
<i>Salmonella</i> sp./25g	Ausência	Ausência	Ausência

FP: Formulação Padrão, massa de quiche à base de farinha de trigo refinada; FE: Formulação Experimental, massa de quiche à base de farinha de arroz refinada e farinha de linhaça marrom.

NMP/g: Número Mais Provável por grama.

UFC/g: Unidades Formadoras de Colônias por grama.

*Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA (14).

Análise Sensorial

A análise sensorial contou com participantes com idade entre 19 e 52 anos, sendo 41 mulheres e 11 homens.

Os resultados do teste de aceitação das formulações FP e FE (Figura 1) estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4. Teste de aceitação das Formulações Padrão e Experimental de quiche

<u>Atributos Sensoriais</u>	<u>Formulações</u>	
	<u>FP</u>	<u>FE</u>
Aparência	8,29 ^a	7,25 ^b
Textura	8,50 ^a	7,55 ^b
Sabor	8,82 ^a	8,50 ^a
Aceitação Global	8,55 ^a	8,05 ^a

FP: Formulação Padrão, massa de quiche à base de farinha de trigo refinada; FE: Formulação Experimental, massa de quiche à base de farinha de arroz refinada e farinha de linhaça marrom.

Escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde: (9) gostei extremamente, (8) gostei muito, (7) gostei regularmente, (6) gostei ligeiramente, (5) nem gostei nem desgostei, (4) desgostei ligeiramente, (3) desgostei regularmente, (2) desgostei muito, (1) desgostei extremamente.

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre si pelo teste t de Student seguido do pós-teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Conforme expresso na Tabela 4, não houve diferença ($p > 0,05$) para os atributos sabor e aceitação global entre as formulações. A FE apresentou menores médias em relação aos atributos aparência e textura quando comparada à FP. Sousa et al. (19), ao desenvolverem uma massa de empada sem glúten à base de grão de bico cozido com adição de farinha de linhaça marrom, observaram que esta formulação apresentou menores médias para esses atributos em comparação à formulação tradicional, à base de farinha de trigo.

Formulações de produtos de panificação desenvolvidas apenas com farinha de trigo promovem aparência mais clara e usual ao consumo, como observado em alguns comentários: “em comparação a uma quiche normal a cor da massa é escura” e “a quiche está muito boa, só não gostei da aparência (cor) da massa”.

A ausência de glúten na FE conferiu à massa baixa elasticidade e coesão, características relatadas por alguns provadores como “a textura é boa, mas esfarela com facilidade”, “a massa está esfarelado muito” e “poderia melhorar a textura”. Estudo de formulação de *cookies*, elaborados com farinha de trigo, mostrou comportamento mais elástico naqueles produzidos com esta farinha quando comparados àqueles com farinha de linhaça, os quais apresentaram maior tendência ao esfarelamento (17).

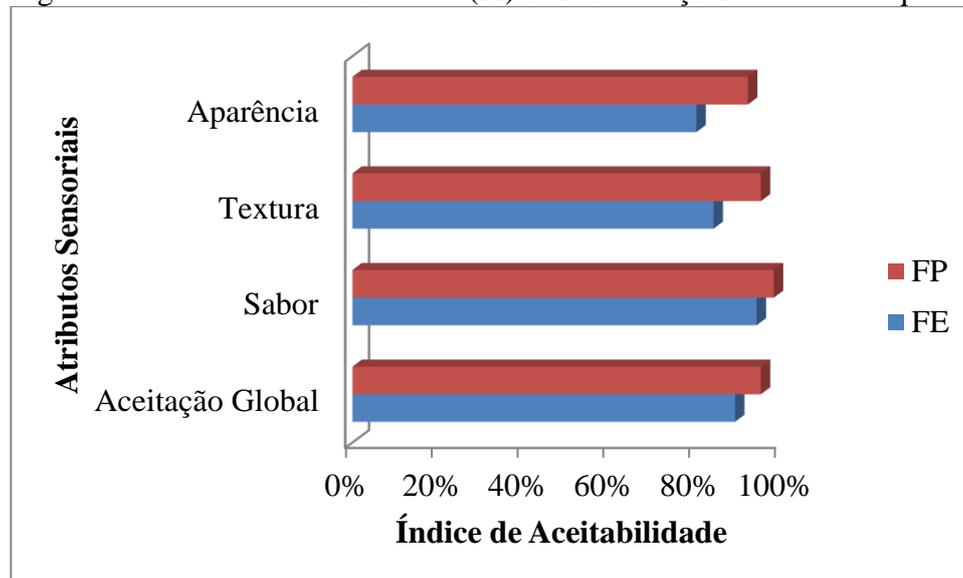
Figura 1 - Formulação das quiches padrão e experimental



FP: Formulação Padrão, massa de quiche à base de farinha de trigo refinada; FE: Formulação Experimental, massa de quiche à base de farinha de arroz refinada e farinha de linhaça marrom.

Na Figura 2, estão apresentados os resultados do Índice de Aceitabilidade.

Figura 2 - Índice de Aceitabilidade (%) das formulações FP e FE de quiche



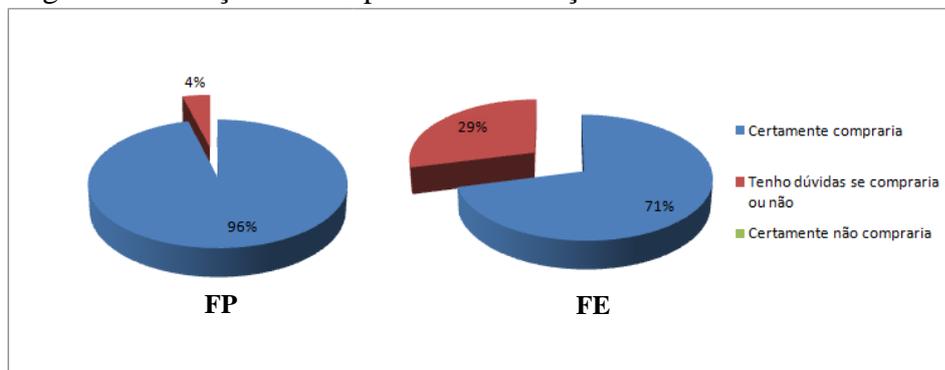
FP: Formulação Padrão, massa de quiche à base de farinha de trigo refinada; FE: Formulação Experimental, massa de quiche à base de farinha de arroz refinada e farinha de linhaça marrom.

IA \geq 70% é considerado como boa aceitação (15).

FP e FE apresentaram IA maior do que 70% para todos os atributos avaliados, indicando que ambas as formulações foram bem aceitas (15).

Com relação à Intenção de compra (Figura 3), 96% e 71% dos provadores certamente comprariam as formulações FP e FE, respectivamente. Não houve a intenção “certamente não compraria” para ambas as formulações.

Figura 3 - Intenção de compra das formulações FP e FE



FP: Formulação Padrão, massa de quiche à base de farinha de trigo refinada; FE: Formulação Experimental, massa de quiche à base de farinha de arroz refinada e farinha de linhaça marrom.

CONCLUSÕES

É viável elaborar quiche à base de ingredientes sem glúten, a partir de mistura de farinhas de linhaça marrom e arroz em substituição total à farinha de trigo. A adição de linhaça à formulação experimental conferiu maior teor de lipídios, agregando um teor importante de ômega 3, e alto conteúdo de fibras alimentares.

A análise sensorial mostrou que não houve diferença no sabor e na aceitação global das formulações desenvolvidas. A quiche sem glúten apresentou um Índice de Aceitabilidade superior a 70% para todos os atributos avaliados e 71% dos provadores certamente a comprariam.

A demanda de produtos isentos de glúten e com qualidade nutricional é promissora para o mercado alimentício que atende portadores de doença celíaca, bem como aqueles que buscam preparações e alimentos diferenciados e saudáveis. Portanto, a quiche desenvolvida é uma alternativa de consumo; porém, é necessária a realização de novos estudos a fim de aprimorar as suas características sensoriais, especialmente no atributo textura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto de Nutrição (INU) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e à equipe de professores e técnicos do Estágio Supervisionado em Segurança e Ciências de Alimentos (INU/UERJ).

REFERÊNCIAS

1. Lewohl B, Rubio-Tapia A. Epidemiologia. Apresentação e diagnóstico da doença celíaca. *Revista Gastroenterology*. 2021;64:63-75.
2. Binicier OB, Tosun F. Avaliação da doença celíaca adulta de um terciário centro de referência: Uma análise retrospectiva. *Rev Assoc Med Bras*. 2020;55:55-60.

3. Fortes RR, Brigagão CS, Lourenço CO, Carvalho EEN, Tavano OL, Garcia JAD, et al. Caracterização física e química de farinha de arroz, farinhas de cascas de abacaxi e banana e farinha de sementes de abóbora. *Research, Society and Development*. 2020;4:1-18
4. Paiva CL, Queiroz VAV, Garcia MAV. Características tecnológicas, sensoriais e químicas de massa secas sem glúten à base de farinha de sorgo e milho. *Braz J Food Technol*. 2019;2:1-9.
5. Couri MHS, Giada MLR. Pão sem glúten adicionado de farinha do mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata*): avaliação física, química e sensorial. *Rev. Ceres*. 2016;63:297-304.
6. Barroso AK, Torres AG, Castelo-Branco VN, Ferreira A, Finotelli PVI, Freitas SP, et al. Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. *Ciência Rural*. 2014;44:181-187.
7. Martinchik AN, Baturin AK, Zubtsov VV, Molofeev V. Nutritional value and functional properties of flaxseed. *Vopr Pitan*. 2021;81:4-10.
8. Oliveira CAO, Anselmi AA, Kolling DF, Finger MIF, Dalla Corte VF, Dill MD. Farinha de arroz e derivados como alternativas para a cadeia produtiva do arroz. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. 2014;16:61-67
9. Souza TAC, Soares Júnior M, Campos MRH, Souza TSC, Dias T, Fiorda FA. Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. *Semina Ciências Agrárias*. 2013;34:717-728.
10. Silva KTV, Pereira JBS, Santos JD, Prata RA, Costa MJB, Ibiapina SC, et al. Elaboração de uma quiche de pupunha com brócolis e frango. *Revista Saber Científico*. 2015;4:52-57.
11. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
12. TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP; 2011.
13. APHA. American Public Health Association. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 5. ed. Washington: APHA; 2015.
14. Brasil. Resolução de Diretoria Colegiada, nº. 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*. 10 de jan 2001; Seção 1.
15. Dutcosky, S. D. Análise sensorial de alimentos. 5. ed. Champagnat: PUCPRESS; 2019.
16. Bernacchia R, Preti R, Vinci G. Chemical Composition and Health Benefits of Flaxseed. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences*. 2014;2: 1045.

17. Martínez E, García-Martínez R, Álvarez-Ortí M, Rabadán A, Pardo-Giménez A, Pardo JE. Elaboration of Gluten-Free Cookies with Defatted Seed Flours: Effects on Technological, Nutritional, and Consumer Aspects. *Foods*. 2021;10:1213.
18. Brasil. Instrução Normativa-IN nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. *Diário Oficial da União*. 09 de out 2020; Seção 1.
19. Sousa E, Pessoa H, Rocha K, Caldeira R, Freitas S, Guimarães R. Massa de empada sem glúten: Efeito da combinação de grão de bico e farinha de linhaça nas características nutricionais e sensoriais. *Research, Society and Development*. 2021;10:e11010816971.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-96>

Capítulo 96

ELABORAÇÃO DE IOGURTE ADICIONADO DE GELEIA DE MARACUJÁ

Deise Souza de Castro¹; Matheus Sabino Costa de Araújo²; Dalmo Marcello de Brito Primo¹,
Janaina Mendonça Soares¹; Bruno Adelino de Melo³; Patrícia Maria de Araújo Gomes¹; Luana de
Fatima Damasceno dos Santos¹

¹ Docente do Departamento de Agroecologia e Agropecuária – CCAA – UEPB. E-mail: deise.castro@servidor.uepb.edu.br; dalmobrito@servidor.uepb.edu.br; janainamsoures18@gmail.com; patriciagomes@servidor.uepb.edu.br; Luana.santos@servidor.uepb.edu.br

² Técnico em Agroindústria – CCAA – UEPB. E-mail: matheussabino160@gmail.com

³ Doutor em Engenharia Agrícola, graduado em Agronomia. E-mail b.amelo@yahoo.com

Resumo: A boa aceitabilidade no consumo de derivados lácteos tem levado a indústria de alimentos a desenvolver diferentes sabores de produtos considerados tradicionais, com a finalidade de ampliar as opções de consumo. Esse trabalho teve como objetivo desenvolver formulações de iogurte adicionados de geleia de maracujá, e avaliar as suas características sensoriais. Os iogurtes foram preparados com cultura láctica termofílica de *Streptococcus salivarius sub sp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii sub sp. Bulgaricus*, e as a geleia de maracujá tipo extra, preparada com 50% de fruto e 50% de açúcar. Os iogurtes foram adicionados de 10, 15, 20 e 25% de geleia de maracujá e submetidos a avaliação sensorial quanto aos parâmetros de cor, sabor, aroma, aparência e intenção de compra. Os resultados demonstraram maior aceitação dos iogurtes quanto aos parâmetros de cor, aparência e sabor para as formulações contendo 10 e 15% de geleia de maracujá, enquanto o aroma não foi influenciado pela adição da geleia. Os resultados da intenção de compra confirmaram a preferência para as amostras contendo 10 e 15% de geleia, as quais foram classificadas como provavelmente compraria, o que sugere uma alternativa de consumo e comercialização de iogurte com um novo sabor no mercado.

Palavras-chave: derivado lácteo; fermentação láctea; aceitação sensorial

INTRODUÇÃO

A crescente demanda dos consumidores por alimentos práticos, convenientes e que contenham componentes benéficos à saúde vem aumentando gradativamente nos últimos anos. A mudança nos hábitos de consumo promove uma tendência de adaptação e desenvolvimento de novos produtos na indústria de alimentos, como também um aumento do interesse das instituições de pesquisa por compostos químicos que apresentem propriedades que se adequem aos interesses dos consumidores.

Nesse contexto, a indústria de laticínios tem aumentado consideravelmente sua competitividade no mercado, sendo uma das pioneiras na inovação de produtos

alimentícios, buscando o desenvolvimento de alimentos inovadores com propriedades benéficas à saúde (1). O iogurte, obtido pela fermentação do leite por meio da adição de culturas de bactérias selecionadas, *Streptococcus salivarius Sub sp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii Sub sp. bulgaricus*, tem sido bastante utilizado em diferentes combinações com produtos de origem vegetal (2, 3, 4). Estudos têm mostrado que as interações entre compostos fenólicos e proteínas podem afetar as propriedades texturais do iogurte e contribuir com o aumento da estabilidade do produto (2).

A adição de frutas ao iogurte, tem sido uma alternativa de adicionar vitaminas, minerais e fibras, valorizando as características sensoriais e ampliando o consumo de frutas regionais (5). Devido à alta perecibilidade, uma alternativa de utilização destes frutos, como forma de prolongar sua vida útil, e prolongar as propriedades bioativas é o processamento na forma de diferentes produtos, tais como polpas, sucos e geleias. De acordo com regulamento técnico que consta na Resolução nº 272, geleia é definida como o produto obtido pela cocção de frutas, inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar e água, e concentrado até consistência gelatinosa (6)

O maracujá ganha destaque entre as espécies frutíferas por sua ocorrência natural em toda América tropical. No Brasil podem ser encontrados mais de 200 espécies incluindo o maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*), o qual apresenta potencial econômico para o beneficiamento e preparo de licores, doces e geleias, além de ter sido cada vez mais estudado quanto ao uso dos seus resíduos agroindustriais como fonte de pectina natural (7). Dessa forma, objetivou-se produzir iogurtes adicionados de geleia de maracujá e avaliar as suas características sensoriais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi conduzido no complexo agroindustrial da Escola Agrícola Assis Chateaubriand, pertencente a Universidade Estadual da Paraíba, campus II, Lagoa Seca, Paraíba - Brasil. Para a determinação da qualidade do leite usado na produção do iogurte, foram realizadas análises físico-químicas por meio do equipamento Ekomilk, determinando-se: teor de gordura, sólidos não gordurosos, adição de água e teor de gordura.

A geleia de maracujá do tipo extra foi produzida com 50% de fruta, 50% de açúcar e 40% de água. Inicialmente foi preparado xarope com água e açúcar, adicionando-se em seguida a polpa da fruta mantendo a mistura sob cozimento até a obtenção de uma consistência de gel. A verificação do ponto da geleia foi feita com base no teor de sólidos solúveis (°Brix), utilizando refratômetro portátil, que segundo a legislação específica (6), deve ser de no mínimo 62%.

Os iogurtes foram produzidos conforme formulações apresentadas na Tabela 1. Para a produção do iogurte natural, o leite previamente pasteurizado à 65 °C por 30 min foi homogeneizado ao açúcar e a mistura submetida a aquecimento (85 ± 2 °C), seguido de resfriamento (45 ± 1 °C), quando foi adicionada a cultura láctica termofílica, de acordo com a recomendação do fabricante. O leite foi fermentado entre 43- 45 °C por 6 horas e submetido a refrigeração por 24 horas. Após o resfriamento, os iogurtes foram adicionados de geleia de maracujá conforme proporções específicas de cada formulação

(Tab. 1), seguidos de homogeneização e envase em garrafas de material plástico transparente, lacradas e armazenadas sob refrigeração à 7 °C até o momento das análises.

Tabela 1: Formulações de iogurte com geleia de maracujá

Ingredientes	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3	Formulação 4
	(%)	(%)	(%)	(%)
Leite	100	100	100	100
Açúcar	10	10	10	10
Geleia de maracujá	10	15	20	25

Para avaliação sensorial dos iogurtes, as formulações foram codificadas com algarismos aleatórios de três dígitos, sendo disponibilizado para o provador informações prévias sobre o produto, conforme descrito pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (8). Para avaliação da aceitabilidade, foi adotada escala hedônica estruturada de nove pontos (1- desgostei muitíssimo, 2- desgostei muito, 3- desgostei moderadamente, 4- desgostei ligeiramente, 5- nem gostei e nem desgostei, 6- gostei ligeiramente, 7- gostei moderadamente, 8- gostei muito, 9- gostei muitíssimo) seguindo a metodologia de Dutcosky (9). Paralelamente, os analistas foram questionados na mesma ficha quanto à intenção de compra do produto com escala de 5 pontos (1- certamente compraria, 2- provavelmente compraria, 3- tenho dúvidas se compraria, 4- provavelmente não compraria e 5- certamente não compraria). Antes da realização da análise sensorial, o projeto foi submetido ao comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Universidade Estadual da Paraíba, aprovado sob parecer de número 4.368.298.

O teste foi realizado com um grupo de 50 provadores não treinados de ambos os sexos, de um grupo amostral de alunos, professores e servidores da Universidade Estadual da Paraíba, campus II, Lagoa Seca. O tratamento dos dados da análise sensorial foi realizado um delineamento inteiramente casualizado com a comparação entre as médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando programa computacional ASSISTAT versão 7.7 beta (10).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise físico-química do leite utilizado para a fabricação dos iogurtes apresentado na Tabela 02, encontra-se entre os parâmetros previstos pela Instrução Normativa Nº 76, de 26 de novembro de 2018, do Ministério da Agricultura (11). Observa-se que os resultados de teor de gordura e proteína foram superiores aos mínimos estabelecidos pela legislação, comprovando a qualidade da matéria prima para produção de derivados lácteos.

Tabela 2: Resultados da análise físico-química do leite, em Ekomilk

Parâmetro	Resultado (%)
Teor de gordura	3,12

Sólidos não gordurosos	8,53
Adição de água	0,38
Teor de proteína	3,05

Os resultados da avaliação sensorial dos iogurtes quanto aos parâmetros de cor, aparência, aroma e sabor estão apresentados na Tabela 3. Quanto ao atributo de cor, observa-se maiores médias para as formulações F1 e F2 que foram estatisticamente idênticas, as quais continham respectivamente 10 e 15% de geleia, sugerindo a preferência dos consumidores por formulações de iogurte com coloração menos intensa, já que o aumento da porcentagem de geleia intensificou a coloração amarela nas formulações.

Tabela 3: Notas médias dos atributos sensoriais dos iogurtes atribuídas pelos provadores.

Atributo	Amostra			
	F1	F2	F3	F4
Cor	7,9 a	8,0 a	7,0 b	7,1 b
Aparência	7,9 a	7,0 b	6,7 c	6,5 c
Aroma	7,4 a	7,2 a	7,2 a	7,2 a
Sabor	8,0 a	7,6 b	7,3 c	7,2 c

*Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

As médias atribuídas pelos provadores para a aparência mostram uma preferência pelo iogurte F1 com 10% de geleia de maracujá, a qual corresponde a gostei muito na escala hedônica de 9 pontos e aproxima-se a relatada por Gonçalves et al. (5) ao avaliarem a aparência de amostra de iogurte adicionada de geleia de cajá, que obtiveram média de 7,5.

As médias atribuídas pelos provadores para o aroma não apresentaram diferença estatística significativa entre as formulações de iogurte, revelando que as proporções de geleias de maracujá utilizadas nas formulações não influenciam o aroma do iogurte. Quanto ao sabor, é perceptível a maior preferência dos provadores para as formulações com menor intensidade de sabor doce, uma vez que foram atribuídas as maiores médias às formulações F1 e F2, recebendo a amostra F1 com 10% de geleia, média 8 corresponde a gostei muito na escala hedônica de 9 pontos.

A intenção de compra atribuída pelos provadores para as amostras de iogurte está representada graficamente na Figura 1, utilizando a escala de 1 – certamente compraria a 5 – nunca compraria. As médias com maior proximidade do centro no gráfico de teia indicam as amostras de maior preferência entre os provadores.

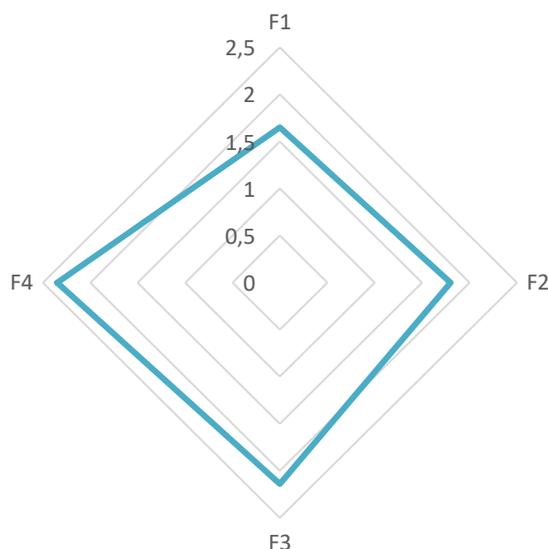


Figura 1: Intenção de compra dos iogurtes atribuídas pelos provadores.

Observa-se que a formulação F1 e F2 com 10% e 15% de geleia de maracujá respectivamente, foram os que apresentaram maior proximidade ao centro da teia representando melhores notas de intenção de compra, apresentando valor médio de 1,6 e 1,8 respectivamente, representando variação na escala de intenção de compra entre certamente compraria e provavelmente compraria. Ramos et al. (12), ao avaliarem a intenção de compra de iogurtes caprinos adicionados de geleia do fruto do mandacaru e maracujá, também relataram que as formulações de iogurte estudadas receberam nota de intenção de compra correspondente ao provavelmente compraria, indicando que caso os iogurtes fossem comercializados, poderiam atingir um alto potencial de comercialização.

CONCLUSÕES

Os resultados desse estudo demonstram que o iogurte adicionado de geleia de maracujá apresenta boa aceitação sensorial, sendo as formulações com menores porcentagens de geleia (10 e 15%) as mais preferidas quanto aos atributos de cor, sabor e aparência. A intenção de compra dos iogurtes confirma a preferência para as amostras F1 e F2 que foram classificadas como provavelmente compraria, o que sugere uma alternativa de consumo e comercialização de iogurte com um novo sabor no mercado.

REFERÊNCIAS

1. Silva, AGF; Bessa, MM; Silva, JR. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de iogurte light prebiótico adoçado com mel. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*. 2017; 74-84 - 72.
2. Alwazeer, D; Bulut, M; Tunçtürk, Y. Fortification of milk with plant extracts modifies the acidification and reducing capacities of yoghurt bacteria. *International Journal of Dairy Technology*. 2020, 117–125 - 73.
3. Zygmantaitė, G; Kersienė, M; Jasutienė, I; Sipailinė, A; Venskutonis, PR; Leskauskaitė, D. Extract isolated from cranberry pomace as functional ingredient

- in yoghurt production: Technological properties and digestibility studies. *LWT - Food Science and Technology*. 2021, 111751 – 148.
4. Ahmed, IAM; Alqah, HA; Saleh, A; Al-Juhaimi, FY; Babiker, EE; Ghafoor, K. Physicochemical quality attributes and antioxidant properties of set-type yogurt fortified with argel (*Solenostemma argel* Hayne) leaf extract. *LWT- Food Science and Technology*. 2021, 110389 – 137.
 5. Gonçalves, NM.; Ferreira, IM.; Silva, AMO.; Carvalho, MG. Iogurte com geleia de cajá (*Spondias mombin* L.) adicionado de probióticos: avaliação microbiológica e aceitação sensorial. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*. 2018, 54-63 – 12.
 6. Anvisa. Resolução RDC nº 272/ 2005. Aprova o “Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis”. Ministério da Saúde.
 7. Costa, RC; Ferreira, NLB; Andrade, RO. Physicochemical and Microbiological Analysis of Passion Fruit and Cachaça Jelly Added from Albedo as a Source of Pectin, and Molasses as a Source of Sugar. *Journal of culinary science & technology*. 2021, DOI:10.1080 / 15428052.2021.1914262.
 8. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 12994: Métodos de avaliação sensorial de alimentos e bebidas, São Paulo, 1993, 2p.
 9. Dutcosky, SD. Análise sensorial de alimentos. 4ª ed. Curitiba, Champagnat, 2013, 536p.
 10. Silva, FAS. ASSISTAT Software: Assistência Estatística. Versão 7.7 beta. 2014.
 11. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Aprova o regulamento técnico que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. *Diário Oficial da União, Brasília, DF: Seção I, p. 9, 2018.*
 12. Ramos, JA; Jerônimo, HMA; Nóbrega, JPM; Soares, JKP; Oliveira, MEG; Vieira, VB; Martins, ACS. Avaliação sensorial do iogurte caprino adicionado às polpas de mandacaru e maracujá amarelo. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*. 2020, pág.e135963570 – 9.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-97>

Capítulo 97

SAUDABILIDADE DE BEM-ESTAR NO RÓTULO DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Mayza Marques de Sousa¹; Edmar Bezerra Maciel Rocha²; Igor Ferreira Brito³; Eduarda Pereira da Silva⁴; Deyzi Santos Gouveia⁵;

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UAEALI/CTRN – UFCG; E-mail: mayza.marques@hotmail.com, ²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UAEALI/CTRN – UFCG; E-mail: edmarbezerramacielrocha@hotmail.com; ³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UAEALI/CTRN – UFCG; E-mail: igor.ferreira@estudante.ufcg.edu.br; ⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UAEALI/CTRN – UFCG; E-mail: eduarda.p1801@gmail.com; ⁵Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – UAEALI/CTRN – UFCG.

RESUMO: A tecnologia e seus avanços fazem com que os consumidores busquem mais por informações, tornando-lhes mais atualizados e exigentes por inovações e tendências do mercado. Mudanças de pensamentos, como avanços de produtos orgânicos, baixo teor de açúcares, sódio e gorduras, pensando na saudabilidade dos alimentos faz com que a demanda por alimentos saudáveis com ingredientes cada vez mais naturais venham aumentando, fazendo com que as indústrias de alimentos formulem produtos mais saudáveis e nutritivos, com apelo sustentável. Produtos livres de glúten e lactose já são bastantes vistos nas prateleiras e podem ser considerados clean label. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica a respeito do tema clean label entre as tendências no setor de alimentos e bebidas e a saudabilidade procurada pelo consumidor atual. De acordo com a revisão bibliográfica, a tendência em alimentos clean label já é uma realidade, os rótulos cada vez mais simples e de fácil compreensão para os consumidores, seguindo todas as normas sanitárias também citadas no presente trabalho, e para os consumidores fatores importantes estão relacionados ao sabor e a inovação das indústrias, que acaba englobando uma produção sustentável e nutritiva. O desafio da indústria de alimentos é desenvolver produtos cada vez mais com estes parâmetros para a população, através de inovação, pesquisa e desenvolvimento.

Palavras-chave: Inovação; normas; rótulos; saudabilidade

INTRODUÇÃO

Os consumidores procuram por novos sabores e também estão preocupados com a saudabilidade no alimento que estão consumindo, clean label é a nova tendência do mercado e traz isso para os consumidores. O termo pode ser traduzido para o português como rótulo limpo. Basicamente, significa que na descrição do produto não há nenhum tipo de ingrediente – ou praticamente nenhum – que seja “desconhecido” do consumidor. Ao mesmo tempo, se refere à menor inclusão de conservantes e aditivos presentes no processo fabril desse produto.

A ideia é usar compostos extraídos da natureza para substituir os aditivos químicos, que são utilizados para aumentar o tempo de prateleira do produto e melhorar as características visuais dos produtos. Os aditivos sempre são bem avaliados, mas atualmente os consumidores buscam não os ver em grandes quantidades nos rótulos.

Atualmente, cada vez mais os consumidores estão considerando aspectos como saúde, novidades de produtos e sustentabilidade, como fatores importantes na seleção do alimento. Muitas indústrias alimentícias comunicam por meio do rótulo a presença ou não de determinado ingrediente ou aditivo, ou ainda, se o método de produção empregado foi mais natural, além disso, a resolução RDC 259, de 20 de setembro de 2002 discorre que os rótulos não podem induzir o consumidor à propaganda enganosa ou seja não deve utilizar vocábulos, sinais, emblemas ou outras representações gráficas que possam tornar falsa, incorreta, insuficiente ou seja que possam levar o consumidor ao equívoco.

A indústria alimentícia vem se reinventando constantemente junto com os avanços tecnológicos, aprimorando a qualidade por meio do setor de pesquisa e desenvolvimento (P&D), buscando ser o mais sustentável em sua produção, inovando em diversos produtos (1). Com o aumento de doenças como obesidade, hipertensão e diabetes, a necessidade de criar alimentos ainda mais nutritivos e saudáveis se tornou evidente com o surgimento de diversas marcas e produtos com ingredientes naturais, redução de açúcares, gorduras e sais. Também são tendências alimentos sem glúten e sem lactose, os quais visam um público que contém intolerância e alergia a estes compostos (2).

A rotulagem de um produto tem enorme importância no seu consumo. Além de mostrar as informações nutricionais do produto, divulga a marca, pode influenciar na escolha do consumidor e pode conter diversas informações importantes como composição, lista de ingredientes, valor nutricional, data de validade, entre outros. As legislações de rotulagem no Brasil determinam o que deve constar na rotulagem de um alimento e garante conformidade dos alimentos industrializados (3).

Neste contexto, nota-se que as empresas alimentícias visam produtos cada vez mais naturais e que através de uma rotulagem simples e direta mostra para os consumidores o real valor de seus produtos. Os produtos orgânicos, livre de lactose, livre de glúten ou livre de transgênicos, mostra que há um público cada vez mais exigente e específico em relação aos produtos alimentícios oferecidos atualmente (4).

Muitas empresas do ramo de alimentação saudável (“health life”), que comercializam produtos funcionais e com alto teor de ingredientes naturais, estão ganhando grande espaço no mercado, seja físico, em determinadas sessões de grandes redes de supermercados e lojas próprias ou até mesmo via internet, os denominados e-commerce (5).

O conceito clean label vem da ideia de fornecer um alimento saudável com rótulos claros e simplificados para o entendimento de todos. Em alguns países há diversas empresas que já desenvolvem produtos com ingredientes naturais, com apelo saudável e um rótulo de fácil entendimento. Em grandes redes de supermercados já se têm a presença de alimentos com maiores teores nutritivos e com ingredientes naturais.

Devido esta grande tendência no mercado alimentício mundial, o presente trabalho tem o objetivo de mostrar através uma revisão bibliográfica sobre o assunto de produtos alimentares clean label, onde foram abordados conceitos como saudabilidade, qualidade e rotulagem, sendo que estes tópicos possuem papéis fundamentais na escolha de um alimento processado, qual o impacto nas indústrias e a sua contribuição para o surgimento de outros produtos através de inovação e pesquisa.

METODOLOGIA

O presente trabalho está baseado em pesquisas realizadas e produções científicas indexadas nas bases eletrônicas de dados como: SciELO, Scienedirect, Elsevier, Springer, Wiley e PubMed, com textos escritos em inglês e português utilizando as palavras chaves Clean label, saudabilidade, rótulo, aditivos, saúde, que enfocam a saudabilidade no rótulo de alimentos.

CLEAN LABEL

Diversos setores da indústria de alimentos buscam melhorar seus produtos com ingredientes mais naturais, orgânicos e reduzindo ingredientes artificiais ou os que causam algum tipo de intolerância (6). O acesso à informação facilitou muito para os consumidores sobre os produtos que podem ser adquiridos, no caso dos alimentos a forma que é produzido, a matéria-prima utilizada, se a empresa respeita as normas e legislações vigentes, surgimento de produtos mais saudáveis e lojas de produtos naturais, as tendências de produtos plant-based, livres de glúten e/ou lactose, orgânicos e as influências das informações no rótulo (7).

Clean label se refere a produtos alimentícios que visam passar informações mais claras sobre a sua composição, de forma que os consumidores possam entender melhor o que estão comprando. Esses produtos também prometem ser mais saudáveis devido a ingredientes mais naturais e à redução de substâncias prejudiciais para o corpo quando ingeridas em excesso, como é o caso de gorduras, sal, açúcar, adoçantes, conservantes, aromatizantes, entre outros.

O Clean Label significa que o consumidor tem em mãos um produto cuja impressão é como se ele fosse sido retirado de sua cozinha, sem o uso de nomes químicos nos rótulos, que soem estranhos ao consumidor (8). O consumidor está mais proativo, sendo crítico em relação ao que se está comprando e oferecendo para a sua família.

O produto é feito basicamente, substituindo os aditivos químicos por itens naturais. No caso dos sucos prontos, por exemplo, o suco concentrado de maçã pode entrar no lugar de adoçantes como o xarope de milho. Para a indústria, essa mudança exige uma série de ajustes e investimentos. Além de não usar corantes, conservantes e espessantes artificiais, os produtos clean label podem ser produzidos dentro de uma lógica mais sustentável com animais criados livres e vegetais orgânicos. Mas nem todo orgânico é clean label, e vice-versa (9). Temos ainda que tomar cuidado com todas as etapas do transporte e armazenamento, pois, diferente do tradicional, ele não conta com conservantes então não pode ficar na temperatura ambiente. Por enquanto, o único jeito de saber se um alimento é mesmo clean label é verificando a lista de ingredientes, que deve ser curta e conter apenas nomes compreensíveis e conhecidos.

Com a popularização dos industrializados, os rótulos começaram a ficar cada vez mais repletos de nomes “estranhos” e desconhecidos pelos consumidores e leigos no assunto. Sem falar que muitos ainda não entendem como funciona a leitura das informações nutricionais.

Portanto, a tendência do clean label é de grande ajuda para tornar os rótulos mais compreensíveis. Além de ajudar a tornar a alimentação mais saudável e gostosa sem grande dificuldade.

IMPACTO NAS INDUSTRIAS

Praticamente todo o alimento que é consumido é processado de alguma forma. Grãos são transformados em farinhas e massas, leites são pasteurizados, carnes frescas são congeladas ou desidratadas (10). O consumidor não deve generalizar que todo alimento processado ou industrializado não seja saudável. As indústrias estão buscando associar aos seus produtos ingredientes saudáveis e nutritivos, oferecendo além de segurança, uma saudabilidade aos consumidores (11).

Porém, os produtos ultra processados são considerados não saudáveis pelos consumidores, pois seus ingredientes principais fazem que, com frequência, eles sejam ricos em gorduras, açúcares ou sódio e, muitas vezes, simultaneamente ricos nestes compostos. É o caso de produtos como refrigerantes, massas para bolos, temperos prontos de macarrão instantâneo, biscoitos recheados, balas, néctares, entre outros (12). As empresas irão lidar com mudanças significativas no perfil de consumo de seus possíveis clientes. Dentre os diversos fatores que causarão estas mudanças está a valorização da qualidade de vida. Os novos consumidores estarão cada vez mais exigentes e conscientes (13).

A tendência do consumo de alimentos está sendo modificada, a população está optando pelo consumo de alimentos industrializados, mas que proporcionem praticidade, qualidade de vida, saúde e bem-estar (14).

Empresas de laticínios também estão inovando em iogurtes, sorvetes com poucos ingredientes na sua formulação, além de utilizar compostos naturais ao invés de sintéticos (6). O mesmo ocorre para determinadas indústrias de biscoitos, onde o uso de ingredientes orgânicos e naturais está presente em sua formulação.

LEGISLAÇÃO E ORGÃOS RESPONSÁVEIS

O Tratado do livre mercado da América do Sul (MERCOSUL) foi o primeiro bloco econômico a harmonizar a rotulagem nutricional. Com isso houve um impacto significativo na sociedade para obtenção de uma alimentação mais saudável. A compreensão da rotulagem nutricional tem ganhado importância devido ao acesso das informações e de órgãos como Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) entre outros.

A Portaria do INMETRO N° 157, de 19 de agosto de 2002, estabelece como expressar a indicação quantitativa do conteúdo líquido dos produtos pré-medidos que é todo produto medido e embalado sem a presença do consumidor e em condições higiênicosanitárias para a sua comercialização.

Os produtos pré-medidos (é todo produto embalado e medido sem a presença do consumidor e em condições de comercialização) que apresentam duas fases (sólida e líquida) utilizam as expressões: “Peso Líquido” e “Peso Drenado”, em caracteres iguais em dimensão e destaque.

A resolução, RDC N° 259, de 20 de setembro de 2002, aprova o regulamento técnico sobre rotulagem de alimentos embalados. A rotulagem é aplicada a todo alimento que seja comercializado, qualquer que seja sua origem, embalado na ausência do cliente, e pronto para oferta ao consumidor. Considera-se rotulagem toda inscrição, legenda, imagem ou toda matéria descritiva ou gráfica, escrita, impressa, estampada, gravada, gravada em relevo ou litografada ou colada sobre a embalagem do alimento.

A Lei 10.674 de 16 de maio de 2003 institui a obrigatoriedade de que todos os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten em sua composição, como medida preventiva para evitar a doença celíaca. Todos os alimentos industrializados deverão conter em seu rótulo, obrigatoriamente, as inscrições "contém Glúten" ou "não contém Glúten", conforme o caso.

A Portaria n° 2658 de 22 de Dezembro de 2003 do Ministério da Justiça apresenta o regulamento para símbolo transgênico, a área a ser ocupada pelo símbolo transgênico deve representar, no mínimo, 0,4% (zero vírgula quatro por cento) da área do painel principal, não podendo ser inferior a 10,82531 (ou triângulo com laterais equivalentes a 5 mm). O símbolo transgênico deverá ser empregado mantendo-se, em toda a sua volta, uma área livre equivalente a, no mínimo, a área da circunferência que circunscribe o triângulo, passando pelos três vértices e com centro no circuncentro.

A Portaria N° 29 do Ministério da Saúde, de 13 de Janeiro de 1998, aprova o regulamento técnico referente a alimentos para fins especiais. São os alimentos especialmente formulados ou processados, nos quais se introduzem modificações no conteúdo de nutrientes, adequados a utilização em dietas diferenciadas e/ou opcionais. Atendendo as necessidades de pessoas em condições metabólicas e fisiológicas específicas. São classificados em alimentos para dietas com restrição de nutrientes, alimentos para ingestão controlada de nutrientes e alimentos para grupos populacionais específicos.

Criada pela Lei n° 9.782, de 26 de janeiro 1999, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é uma autarquia sob regime especial, que tem sede e foro no Distrito Federal, e está presente em todo o território nacional por meio das coordenações de portos, aeroportos, fronteiras e recintos alfandegados. Vigilância sanitária é entendida por um conjunto de ações capaz de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, da produção e circulação de bens e da prestação de serviços de interesse da saúde abrangendo o controle de bens de consumo que, direta ou indiretamente, se relacionem com a saúde, compreendidas todas as etapas e processos, da produção ao consumo e o controle da prestação de serviços que se relacionam direta ou indiretamente com a saúde.

A resolução, RDC N° 54, de 12 de Novembro de 2012, aprova o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. É qualquer representação que afirme, sugira ou implique que um alimento possui uma ou mais propriedades nutricionais

particulares, relativas ao seu valor energético e/ou seu conteúdo de proteínas, gorduras, carboidratos, fibras alimentares, vitaminas e/ou minerais.

As Resoluções RDC nº135 e 137 de 2017 determinam, respectivamente, RDC 135/2017 que inclui os alimentos para dietas com restrição de lactose no regulamento de alimentos para fins especiais. E a RDC 137/2017 define como as informações de lactose devem ser colocadas no rótulo, independentemente do tipo de alimento.

As informações obrigatórias dos rótulos, segundo a ANVISA, são denominação de venda do alimento, lista de ingredientes, peso líquido e drenado, identificação da origem, identificação do lote, prazo de validade, instruções para a principal utilização e preparo pelo consumidor, denominação geográfica e idioma do país de destino (etiqueta complementar).

INOVAÇÕES

Novas lojas de produtos naturais vêm cada vez mais crescendo, pois de acordo com uma pesquisa da agência Euromonitor International realizada em 2017, nos cinco anos anteriores o segmento de alimentos e bebidas saudáveis cresceu 12,3% ao ano, em média no Brasil, onde nestes locais encontra-se alimentos funcionais, aqueles que além de nutrir conferem algum benefício ao organismo, produtos com maior teor de ingredientes naturais como barras de cereal com uma formulação enxuta e local, produtos com base orgânica e grande diversidade (12).

Muitas tendências estão surgindo neste grande mercado alimentício e de embalagens. As embalagens front-pack, também chamadas de embalagem semáforo vêm sendo discutidas com frequência, pois estudos mostram que há uma forte relação entre a embalagem frontal e sua influência na compra do produto, em alguns países já se utiliza tal rotulagem em refrigerantes e cereais matinais (15).

A globalização e a consequente intensificação da concorrência, bem como o aumento da procura dos consumidores, requerem a atenção das empresas. A inovação de produtos e processos de produção, assim como a melhoria dos processos existentes, tornou-se uma demanda real e irreversível. Investir no desenvolvimento de produtos e implementar inovação tecnológica na indústria de alimentos pode não só aumentar a competitividade, mas também aumentar a eficiência, produtividade e lucratividade.

Os consumidores estão cada vez mais atentos à qualidade, aparência e valor dos produtos. Portanto, para se manter no mercado e conseguir ocupar uma fatia maior, é necessário investir continuamente e apostar nos produtos disponibilizados aos clientes.

A produção artesanal de diversos alimentos fermentados como pães, cervejas, kombuchas também são crescentes. De acordo com a Associação Brasileira de Indústrias de Panificação (ABIP), a panificação artesanal entra como uma busca dos consumidores por um estilo de vida mais saudável que se traduz no resgate a simplicidade, técnicas artesanais e itens produzidos localmente (16).

A rastreabilidade de alimentos surge da necessidade de ter informações de todas as etapas no processamento até o produto chegar no consumidor, seja um alimento ou

outro tipo de produto. Visa dar confiabilidade ao produto, evitar recolhimento de produtos (recalls), ter controle de todas as etapas que fazem parte de um produto processado até chegar em uma prateleira de supermercado, por exemplo.

A inovação de produtos pode ser dividida em criação de novos alimentos, cujas características e aplicações são diferentes das anteriores, ou no aprimoramento de produtos e na melhoria de sua qualidade.

Por outro lado, a inovação de processos inclui a adoção de métodos de produção novos e mais eficientes, e até mesmo mudanças para melhorar a forma como os produtos são exibidos. Se consideradas do ponto de vista estratégico, essas inovações podem superar as expectativas existentes do cliente, o que torna mais provável sua conquista e retenção. A melhoria do produto não requer necessariamente a compra de novas máquinas ou equipamentos. Ao alterar a fórmula ou o processo, é possível melhorar a qualidade dos alimentos ou a eficiência da produção de uma forma mais simples do que você pensa. Também é comum ajustar os equipamentos existentes, aumentar a produtividade e reduzir custos, o que resultará em um menor preço final do produto.

O conceito de plant-based vem crescendo bastante e fazendo com que empresas ao redor do mundo desenvolvam produtos análogos de produtos cárneos a base de proteínas vegetais. Inicialmente o público alvo eram os vegetarianos e veganos, mas de acordo com pesquisas, pessoas carnívoras flexitarianas também estão buscando este tipo de produto como fonte alternativa na dieta (17).

SAUDABILIDADE

Estudos mostram que o elevado consumo de alimentos com alto teor de açúcar, sódio e gorduras, considerando a falta de atividade física, no longo prazo geram danos à saúde (18). Com isso os consumidores estão buscando alternativas de alimentos que tenham redução destes compostos.

No Brasil, a obesidade como problema de saúde pública é um evento recente. A emergência da obesidade e das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) torna clara a necessidade de um modelo de atenção à saúde capaz de contemplar e integrar ações eficazes para seu controle e prevenção.

A promoção de saúde frente à transição nutricional sempre em transformação tem como meta melhorar a qualidade de vida da população, erradicando problemas relacionados à má nutrição e aos agravos relacionados ao excesso de peso. Estas ações devem acontecer já nos setores de produção de alimentos (19).

Ao longo dos anos, grandes marcas com maior relevância determinaram tendências no setor de alimentos, inclusive oferecendo alimentos com maior teor de açúcar e nutrição insuficiente.

No entanto, com o rápido desenvolvimento da tecnologia e das redes sociais, impulsionadas por especialistas e influenciadores digitais, as informações relacionadas à saúde e ao bem-estar vêm produzindo grande repercussão no mercado nacional. Isso

levou a consumidores informados e mais criteriosos, que agora dominam o mercado, afetam o mix de produtos de grandes empresas e exigem que mantenham transparência.

Porém, devido ao dinamismo do mercado e ao surgimento de novas pesquisas relacionadas à nutrição e alimentação saudável, a empresa encontra dificuldades para atender às necessidades desses consumidores.

Na descrição literal, saúde significa "qualidade de saúde", mas obviamente é mais abrangente do que isso. Refere-se ao propósito de melhorar a qualidade de vida, o bem-estar, a saúde e, o mais importante, o melhor funcionamento do organismo.

A participação de alimentos ultra processados no consumo alimentar mostrou-se diretamente associada à densidade energética da dieta e a seu teor de gorduras saturadas, gorduras trans e açúcar livre e inversamente associada ao teor de fibras e proteínas, mostrando o potencial daqueles alimentos para aumentar o risco de obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer (4).

CONCLUSÕES

Nesse trabalho, o conceito de rótulos limpos foi abordado, está se consolidando como tendência em todo o mundo. É um conceito que se relaciona com diversos outros dentro da área de alimentos e bebidas, como rotulagem, pesquisa e desenvolvimento, embalagem, sustentabilidade e saúde. Nos estudos relacionados, verifica-se que as empresas estão cada vez mais se adaptando com rotulagem clean label, pois esse é o critério de seleção dos consumidores, pois eles podem obter mais informações sobre os alimentos de forma rápida e direta. A presença de produtos clean label no Brasil está aumentando gradativamente, já existem vários produtos com essas características, sejam biscoitos, salgadinhos, molhos, pães e laticínios, porém por muitas vezes com embalagens, preços e percepções que não atraem consumidores mais tradicionais e outros determinados públicos. Este trabalho mostra as constantes mudanças que o mercado de alimentos passa e que as indústrias desse imenso setor devem estar atentas aos conceitos de nutrição, embalagem, praticidade além de manter um produto saboroso.

REFERÊNCIAS

1. Gouveia, F. Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos. *Inovação Uniemp*, v. 2, n. 5, p. 32-37, 2006.
2. Kearney, J. Food consumption trends and drivers. *Philosophical Transactions of the Royal Society, B; Biological Sciences*, 365(1554), 2010.
3. Câmara, Maria Clara Coelho et al. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 23, p. 52-58, 2008.

4. Louzada, Maria Laura da Costa et al. Impacto de alimentos ultraprocessados sobre o teor de micronutrientes da dieta no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, v. 49, p. 45, 2015.
5. Capelli, Andressa Lacerda; Geiger, Albert; Da Silva, Bruno Santos. PLANO DE NEGÓCIO PARA IMPLANTAÇÃO DA EMPRESA TERRESTRE, LOJA DE PRODUTOS NATURAIS E VEGANOS. *ATITUDE*, v. 27, p. 45, 2018.
6. Katz, Barbara; Williams, Lu Ann. Cleaning up processed foods. *Food technology (Chicago)*, v. 65, n. 12, 2011.
7. Roller, S. 2010. Clean food labeling & sustainability benefit claims: What do consumers want? What are the legal requirements? What if compliance is not enough? Presentation at Annual Meeting, Institute of Food Technologists, Chicago, Ill., July 17-20.
8. Suinocultura Industrial. Clean Label é tendência em gêneros alimentícios, inclusive carnes [acesso em 27 de agosto de 2021]. Disponível em: www.suinoculturaindustrial.com.br.
9. CETA Jr. Consultoria Clean Label: Nova Tendência Nutricional [acesso em 27 de agosto de 2021]. Disponível em: www.cetajrconsultoria.com.
10. BRASIL FOOD TRENDS 2020, ITAL 2010 [acesso em 03 de setembro de 2021]. Disponível em: <http://www.brasilfoodtrends.com.br/publicacao>.
11. Asioli, Daniele et al. Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. *Food Research International*, v. 99, p. 58-71, 2017.
12. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Guia alimentar para a população brasileira.
13. Da Silva, Vera Lúcia et al. A relação dos consumidores com as empresas: avaliação da importância e recompensa dos consumidores pela postura empresarial ética e socialmente responsável. *Revista Capital Científico-Eletrônica (RCCe)*-ISSN 2177-4153, v. 9, n. 1, p. 43-54, 2011.
14. Aangus, Alison; Westbrook, Gina. Top 10 Global Consumer Trends. Euromonitor International: London, UK, 2019.
15. Pettigrew, Simone et al. The types and aspects of front-of-pack food labelling schemes preferred by adults and children. *Appetite*, v. 109, p. 115-123, 2017.

16. ABIP (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA), Relatório de tendências 2019 [acesso em 27 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://www.abip.org.br/site/relatorio-de-tendencias-2019>.
17. Mintel, Dietas alternativas impulsionam o crescimento da alimentação verde [acesso em 27 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://www.duasrodas.com>.
18. Sichieri, Rosely. Consumo alimentar no Brasil e o desafio da alimentação saudável. *Com Ciência*, n. 145, p. 0-0, 2013.
19. Wingert, Karina Helena; CASTRO, Luísa Rihl. Marketing para nutrição: conceitos e ferramentas aliados à prática da nutrição. *Disciplinarum Scientia| Saúde*, v. 19, n. 3, p. 353- 371, 2018.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-98>

Capítulo 98

O USO DA REAÇÃO DE MAILLARD PARA QUEIMA PROPOSITAL E CONTROLADA DE ALIMENTOS

Bruno da Silva Alvarenga

Estudante do Curso de Tecnologia em Gastronomia – SENAC-MG; E-mail: brunosial@outlook.com

Resumo: A queima proposital dos alimentos é uma técnica de cocção baseada na Reação de Maillard e a caramelização de insumos, na qual vem gerando controvérsias sobre o uso dela em pratos elaborados por profissionais da área alimentar, pois muito se diz a respeito da formação de nitrosaminas, os peróxidos, os ácidos graxos trans (AGT), os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP) e as aminas heterocíclicas (AH) como agentes tóxicos ao ser humano. O uso controlado dessa técnica de cocção, atingido precisamente com utensílios de mensuração de temperatura e equipamentos de cocção adequados, podem diminuir muito a toxicidade da preparação e elevar toda a sensorialidade na qual o prato pode oferecer ao consumidor, proporcionando uma experiência mais prazerosa.

Palavras-chave: Alimentos; Cocção; Maillard; Sensorialidade;

INTRODUÇÃO

Muitos profissionais na área da alimentação, vem explorando cada vez mais uma técnica específica, que vem chamando a atenção de uma forma singular. A queima proposital dos alimentos, de forma controlada, pode ser uma alternativa para trazer novas experiências sensoriais à mesa do consumidor que, ao ser usada da forma correta, reinventa e redescobre insumos, no qual muitas das vezes, podem os tornar inusitados.

“O que o queimado traz para a comida é justamente um contraste mais bruto, mais imperfeito. Ele imprime sua personalidade de forma inegável, talvez desequilibrando os sabores, mas transferindo uma nota forte, rústica e irresistível, e é atrás disso que nós estamos.” (1)

Queimar um alimento nem sempre é um erro, mas sim uma nova forma de exaltar características específicas que sem esse processo não poderia ser alcançada. Mas há controvérsias na qual alimentos queimados são prejudiciais à saúde, questão essa que pode ser facilmente contornada usando métodos controlados e equipamentos de precisão, contribuindo para a entrega de um produto novo e seguro.

“A dieta é considerada a principal fonte exógena de Produtos da Reação de Maillard (PRM) e pode exercer importante influencia no desenvolvimento de diversos quadros patológicos especialmente diabetes.” (2)

“A redução da formação de PRM nos alimentos seria uma alternativa para reduzir a ingestão destes compostos uma vez que alimentos com menos produtos da reação de Maillard são amplamente consumidos e contribuem significativamente para o aumento da ingestão de PRMs e do pool endógeno de AGEs.” (2)

A cozinha, sendo um laboratório, é palco de várias experiências que, através de análises de erros (alimentos queimados), é possível entender melhor qual o limite de cocção que um insumo tem até o ponto de sensorialmente se tornar agradável ou desagradável ao consumidor.

“Em produtos de panificação, café, cereais matinais, carne cozida, cacau, a Reação de Maillard é altamente desejável, uma vez que confere o sabor, aroma e cor característicos e determinantes na escolha pelo consumidor. Porém sua formação prejudica a qualidade de alimentos como leite em pó, ovo em pó, leite condensado entre outros.” (3)

Com a gastronomia moderna, a química, física e a cozinha nunca estiveram tão juntas como antes, muitas técnicas de preparação e cocção, que antes estavam em desuso, voltaram para as cozinhas, lares de profissionais e amantes da área, com um toque mais científico, novas técnicas estão sendo estudadas e desenvolvidas para alcançar sabores, texturas e visuais novos para serem aplicados nas mais diversas receitas, difundindo assim uma cozinha mais conceitual e precisa.

“Mais gente tem se aventurado pela cozinha rústica, de aparência imperfeita, cozinhando com forno a lenha, grelha, chapa e churrasqueira e é isto o que alimenta o crescente interesse pelo queimado. Além do fascínio pelo fogo, há a questão estética: hoje, pratos rústicos têm tanto ou mais apelo que os clássicos.” (4)

MATERIAL E MÉTODOS

Pesquisa é qualitativa onde foi desenvolvida com o objetivo de “gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos” (5), com a finalidade de fazer uma análise para verificar quais os benefícios que a Reação de Maillard pode trazer em uma preparação nos âmbitos sensoriais, praticidade gastronômica e saudabilidade.

O objetivo é explorar, pois, de acordo com Marconi; Lakatos (6), esse tipo de estudo – o exploratório – gera, frequentemente, descrições qualitativas cujo principal objetivo de uma pesquisa exploratória é a obtenção de insights e ideias.

O problema a ser investigado, a queima proposital dos alimentos não é um tema onde há muitas publicações e faltam informações para a sua compreensão completa, por isso optou-se pela metodologia da abordagem exploratória de forma que ela irá fornecer informações que ampliarão a familiaridade com o assunto da pesquisa e darão suporte à construção dos conceitos e hipóteses iniciais, pois as pesquisas exploratórias possuem

métodos mais flexíveis, sem o uso de questionários detalhados ou amostragens muito complexas cujo objetivo é levantar informações e não obter conclusões estatísticas.

Entre os principais métodos exploratórios de pesquisa abordado neste artigo foi utilizado a pesquisa literária com os artigos acadêmicos, livros da área de gastronomia e ciência dos alimentos e também informações publicadas disponíveis para acesso em geral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 - Ingestão de alimentos queimados

A ingestão de alimentos de uma forma saudável tem sido um assunto de grande interesse da sociedade e conseqüentemente, muitas pesquisas relacionadas a área da nutrição foram feitas sobre o tema, obtendo assim uma quantidade de dados científicos que possibilitaram a disseminação de informações alimentares que, combinadas da forma correta, proporcionam uma boa qualidade de vida e conseqüentemente uma longevidade. Com alimentos variados, diversos nutrientes e inúmeras técnicas de preparo e cocção que ativam as propriedades nutricionais do insumo, podemos alcançar o objetivo de integrar o prazer de comer com uma refeição saudável. Através da ingestão de alimentos com antioxidantes, ricos em vitamina, fibras e proteínas que contribuem para o melhor funcionamento do corpo humano, a gastronomia une o prazer com a saudabilidade.

“A nutrição está intimamente ligada à longevidade e ao envelhecimento e a sua importância já foi descrita por vários autores que associam a alimentação saudável a uma vida mais sadia e uma alimentação correta a doenças crônicas não transmissíveis nos idosos como hipertensão, diabetes e obesidade.” (7)

Preparar um alimento e cozinhá-lo, desencadeia inúmeras reações químicas e físicas, as quais nos desafiam a dominá-las, para assim atingirmos o resultado de um prato perfeito e saudável. A queima de alimentos acidental ou proposital, também conhecida como “chamuscar” o alimento, é entendida como algo nocivo à saúde, pelo fato de formar no alimento substâncias indesejáveis que são nocivas à saúde.

“Algumas das principais reações na formação de compostos tóxicos são a hidrogenação de gorduras, a oxidação lipídica e a pirólise. Entre os processamentos, destaca-se a defumação e entre os diversos produtos formados, são relevantes as nitrosaminas, os peróxidos, os ácidos graxos trans (AGT), os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP) e as aminas heterocíclicas (AH). Cada substância apresenta toxicidade característica, causando maiores ou menores danos à saúde, dependendo da dose, do tempo e da frequência de exposição e das vias de absorção.” (8)

Alguns fatores devem ser considerados referente a toxicidade, no qual temos variáveis, como quantidade ingerida pelo indivíduo, tempo e frequência de exposição e vias de absorção. No preparo, deve-se ficar atento a temperatura e tempo de cocção do insumo quando o objetivo é atingir a queima proposital. Mas há uma ramificação de alimentos possuem uma probabilidade menor de produzirem tais substâncias consideradas nocivas para a saúde do ser humano, pois um fator a ser considerado é o nível de proteínas no qual ele é composto.

Essas reações muitas vezes é objetivo de certas preparações, pois a partir de resíduos da pirólise deixados em panelas ou no próprio insumo, possibilita alcançar texturas, aromas e a elaboração de molhos específicos e conceituados nas cozinhas internacionais trazendo um sabor agradável pois agregam uma complexidade sensorial em diversos pratos, devida à Reação de Maillard que ocorrera durante a cocção.

“As aminas heterocíclicas (AH) são substâncias indesejadas produzidas durante a exposição de alimentos a altas temperaturas. Muitas AH são formadas ao assar, fritar ou cozinhar alimentos por longo período, principalmente os ricos em proteínas, como carnes e pescados. As AH ainda podem ser encontradas em resíduos de panelas e em extratos de carne. Sua formação ocorre pela pirólise de certos aminoácidos, entre os quais triptofano, lisina, ácido glutâmico e fenilalanina, ou pela reação entre creatina (também denominada creatinina) e os produtos da Reação de Maillard.” (8)

A abordagem dessa pesquisa é alcançar o “chamuscado” nos alimentos, uma queima na qual será controlada, alcançando níveis aceitáveis para consumo, técnica que quando aplicada, deve ser acompanhada de equipamentos como termômetros alimentícios, uma análise da composição de cada insumo que for usado e o uso da sensorialidade do consumidor, para assim realizá-la da forma mais eficiente sem atingir níveis de toxicidade elevados e uma preparação finalizada que tange positivamente todos os sentidos relacionados com o consumo de alimentos.

2 - Sensorialidade aplicada

A análise sensorial dos alimentos tem se mostrado uma ciência importantíssima quando se tange à gastronomia e demais áreas correlacionadas, pois, é a partir dela que uma preparação finalizada é avaliada, sendo feito um estudo a partir dos sentidos do ser humano. A sensorialidade se torna um conjunto de sentidos simultâneos que o corpo humano desencadeia na hora da degustação de um alimento, sendo crucial entender como ela funciona, considerado tanto o contexto biológico (alimentos que liberam serotonina ao serem ingeridos) quanto o contexto cultural (alimentos que são de consumo habitual na região na qual o grupo é inserido).

Essa análise foi e é crucial até hoje para o ser humano, pois a partir dela que se é possível fazer uma seleção de forma natural do que é consumível na natureza, sendo usada nos primórdios da humanidade até os dias de hoje como uma ferramenta de sobrevivência. Antes de ser considerada como algo científico, grandes profissionais da gastronomia de séculos passados já a consideravam crucial como meio de pesquisa e avaliação de seus pratos para serem elaborados. Brillat-Savarin cita que os indivíduos possuem 6 sentidos, nos quais 5 são aplicáveis a gastronomia:

“[...]A visão, que abarca o espaço e nos informa, por meio da luz, da existência e das cores dos corpos que nos cercam; A audição, que recebe, por intermédio do ar, as vibrações causadas pelos corpos ruidosos ou sonoros; O olfato, mediante o qual percebemos os odores dos corpos que deles são dotados; O gosto, pelo qual apreciamos tudo o que é sávido ou esculento; O tato, cujo objeto é a consistência e a superfície dos corpos. [...]” (9)

À medida que as pesquisas foram realizadas começou-se a ter registros mais sólidos, a importância da sensorialidade foi crescendo tanto no meio industrial quanto em cozinhas profissionais. As análises hoje incluem basicamente a avaliação da cor, do odor, do aroma, crocância/textura e do flavor, no qual abrangem os sentidos visão, olfato, tato, audição e paladar respectivamente, no qual são todos os sentidos físicos comprovados que o ser humano tem. Relativamente a “Análise sensorial de alimentos” é uma ciência nova.

“Como "ciência", a Análise Sensorial surgiu nos anos 1940's nos países Escandinavos (e.g. Teste triangular, desenvolvido na Carlsberg Brewery por Bengtsson e colaboradores) e nos EUA (estudos análogos, embora independentes, realizados por

Peryon e Swartz para o Quatermaster Food and Container Institute do US Army). Na "Europa continental", só em finais da década de 1950 se começaram a usar testes sensoriais.” (10)

Na preparação de um alimento, a busca de novas técnicas para atingir novos aromas, texturas, sabores e visuais é constante para que se possa desafiar e instigar todos os sentidos do consumidor, tornando o consumo do prato uma experiência prazerosa e marcante. Unindo assim, a sensorialidade ao prazer. Tendência que tem sido inspiração para chefs e gastrólogos desenvolverem estudos e pesquisas científicas de técnicas para chegar a um produto que testará todos os sentidos gustativos do consumidor.

Foram feitos estudos em hospitais, ambientes nos quais as pessoas possuem certas patologias que restringe o apetite e até mesmo a sentidos básicos, como olfato e paladar, focados na influência da sensorialidade na hora de comer. Situação na qual a alimentação influencia diretamente na recuperação de enfermos, pois uma refeição balanceada e regular, ajuda o organismo a reagir melhor a tratamentos médicos, diminuindo de certa forma, o índice de mortes em hospitais.

“Antes do emprego da gastronomia, 17,53% dos pacientes apresentaram um Índice Resto-Ingestão classificado como adequado, e após o emprego destas técnicas, 88,66% possuíam a classificação de adequado, evidenciando que modificações foram eficazes para aumentar a ingestão das refeições hospitalares oferecidas.” (11)

Uma grande tendência da alimentação é classificada como Sensorialidade & Prazer (12). A sensorialidade é ligada diretamente com o prazer do consumidor, influenciando a escolha dos produtos, pratos e preparações em um restaurante. A escolha estará ligada a fatores que proporcionam a satisfação visual, olfativa, gustativa, do sabor e auditiva na hora de comer, se tornando muita das vezes, o foco no momento de fazer uma refeição.

Temos, como exemplo, uma finalização de um prato a frente do consumidor, sendo flambado e chamuscado, é despertado o interesse e o apetite dos presentes, pois a técnica de flambar libera aromas de um alcoólico harmonizados com os insumos contidos na panela (frutas ou proteínas), e uma espécie de espetáculo visual. Ocorrendo assim a queima de insumos em estágios separados de forma controlada, para assim instigar, de forma agradável, todos os sentidos do consumidor. A queima controlada trará cores, aromas, texturas e sabores mais intensos ao alimento, trazendo uma complexidade ao que era antes simples.

Observamos que um vegetal, como por exemplo o aspargo, quando é tostado por algum método (assar, fritar, defumar), cria aspectos peculiares para uma finalização de uma preparação ou até mesmo para seu consumo isolado. É liberado aromas característicos e intensos do vegetal, eleva a crocância na hora do consumo, traz beleza para o prato, ou seja, os sentidos olfato, paladar, audição e visão são estimulados com mais intensidade, elevando assim o valor sensorial. É importante citar também que a borra/crosta que se pode formar através da queima controlada pode agregar sabor, cor e aromas a outras preparações que forem passar por qualquer processo de cocção na mesma panela na qual, no caso do nosso exemplo, o aspargo foi preparado.

3 - Food Styling

Em uma era na qual a mídia tem grande influência sobre a sociedade, fotos de alimentos servem de inspiração para muitas pessoas ao que escolher cozinhar ou até

mesmo consumir em um restaurante, e para alcançar um impacto positivo, gastrólogos tem se dedicado ao food styling para antes mesmo de começar a consumir algo, toda a sensorialidade possa estar sendo provocada através da apresentação do prato.

“Food Styling é criar e organizar alimentos para um apelo visual. [...] Se tornou cada vez mais popular e fez com que as pessoas se interessem em como os alimentos são preparados e apresentados. [...] Além disso, uma boa apresentação da comida pode dar ao cliente um vislumbre do sabor da comida.” (13)

A finalização de pratos, que é a última etapa a ser elaborada pelo profissional antes do alimento chegar até a mesa do consumidor, tem grande influência na aceitação do produto, podendo ser chamado de “apresentação”. O Food Styling é a vertente da gastronomia que se dedica a alcançar os melhores resultados seguindo as tendências visuais dos alimentos da atualidade para proporcionar um impacto positivo no primeiro contato do consumidor com a refeição a ser consumida, fazendo a conexão com quem cozinhou e o produto oferecido, inserindo assim, um certo tom artístico, que provoca os sentidos gustativos, elevando o interesse e a vontade de consumir o prato elaborado.

“Hoje, a nova geração de consumidores está preocupada em tirar as famosas selfies e fotografar suas refeições para compartilhar com os outros como símbolo de status. Inclusive, muitos bares e restaurantes já estão reconhecendo que a geração mais jovem vive digitalmente e que eles não querem comer uma refeição se não vão tirar uma foto do prato antes. Os consumidores comem com os olhos e é por isso que comerciais usam o apelo visual para seduzir e atrair clientes.” (14)

“Já o ato de fotografar comida, começou a ficar mais frequente depois da década de 1990, quando alguns chefs internacionais publicavam seus livros de receitas culinárias em parceria com fotógrafos profissionais. Nesta época, o chamado foodstyling, que é a forma de encontrar a melhor maneira de fazer a apresentação de um prato, a comida era vista como obra de arte.” (14)

Realizando a montagem da forma correta de um prato, é possível acentuar visualmente as técnicas de cocção usadas na preparação, nas quais é possível realçar cores dos insumos tornando mais atraentes cada detalhe oferecido à mesa do consumidor.

A queima controlada proposital de alimentos é uma técnica que além de ficar bem nítida em um prato, pode acentuar cores e estilos variados artísticos na hora de apresentar um prato. Combinada com guarnições específicas pode trazer tanto um tom rústico quanto moderno.

“A disposição visual dos alimentos fornece informações amplas, tais como potencial para palatabilidade e disponibilidade, os quais podem afetar o comportamento alimentar. Além disso, a existência de visual, cores e forma dão impacto na apresentação dos alimentos.” (15)

Um pão de fermentação natural, ao assar, e na parte superior o chamuscado em sua casca, traz uma finalização rústica, que ao ser visualizada por alguém, demonstrará um diferencial no pão denotando a técnica antiga de fermentação por levain, que consiste na maioria das vezes em pães assados em fornos rústicos e com cascas mais duras e crocantes, além de mostrar a técnica da queima proposital do alimento que harmonizará o leve amargor do chamuscado com a acidez do pão devida a fermentação natural.

Um tornedor de filé mignon selado em uma frigideira a alta temperatura, provocando a queima controlada proposital na sua superfície, acompanhado de um molho madeira deglaciado na frigideira, com a guarnição de um risoto de cogumelos shimeji e esferas de queijo canastra preparadas a base de ágar-ágar já traz uma complexidade moderna através do contraste de cores da crosta formada na proteína.

4 - Reação de Maillard aplicada a queima proposital

O ato de cozinhar muita das vezes pode ser tão natural para o ser humano que, a análise científica do que realmente acontece com cada alimento (ao ser manipulado, preparado e cozido) pode passar despercebida. Mas a realidade é que cozinhas são verdadeiros laboratórios nos quais constantemente se tornam palco de reações físicas e químicas, tornando o ato de cozinhar, tão complexo a ponto de receitas se tornarem fichas técnicas, com cada ingrediente e processo de manipulação sendo descrito minuciosamente e quantidades exatas de insumos a serem mensurados, que um erro pode desequilibrar e alterar o resultado de um prato. Técnicas de cocção que são aplicadas foram trazidas ou desenvolvidas por cientistas para que o alimento possa ser feito da melhor forma possível, extraindo o máximo de sabor, aroma, textura e aparência de cada insumo usado, o que se torna mais nítido na área de Gastronomia molecular.

“Acreditamos ser dever dos cientistas familiarizar o artista culinário com princípios e técnicas que possam estimular sua imaginação, assim como fizeram anteriormente com pintores, compositores e músicos. O momento parece propício para tal abordagem. A física está começando a explorar o estado das emulsões, suspensões, dispersões sólidas e espumas que frequentemente ocorrem na culinária. A química estrutural avançada pode agora elucidar o comportamento de moléculas grandes, como carboidrato completo e proteínas.” (16)

Entre vários aspectos físico-químico catalogados e desenvolvidos por cientistas, aplicáveis a gastronomia, podemos citar o escurecimento não-enzimático em insumos alimentícios, que consiste na Reação de Maillard, a Caramelização e a oxidação de ácido ascórbico (vitamina C) e, na queima controlada proposital de alimentos, destacamos em específico a Reação de Maillard.

“Dentre as reações de escurecimento não enzimático destaca-se a reação de Maillard (RM) que foi descoberta em 1912 por Louis Camille Maillard durante a tentativa da síntese de peptídeo em condições fisiológicas. É objeto de grande interesse na atualidade, estando relacionado com aspectos químicos, sensoriais, nutricionais, toxicológicos e manifestações *in vivo*.” (17)

“A RM é representada por uma complexa cascata de reações, que surge principalmente durante o aquecimento e armazenamento prolongado de produtos alimentícios resultando em modificações na qualidade dos alimentos, favorecendo a formação de compostos responsáveis pelo aroma, sabor e cor dos alimentos tratados termicamente. Esta reação é subdividida em três estágios: estágio inicial, estágio intermediário e estágio final.” (18)

“O estágio inicial consiste na condensação do grupo carbonila do açúcar redutor com o grupamento amino livre de aminoácidos, peptídeos ou proteínas, o que ocorre através do ataque nucleofílico do par de elétrons do nitrogênio do grupo amino, levando ao início da reação. Como consequência desta condensação há formação da base de Schiff instável que libera água e forma uma glicosilamina. Assim, esta base de Schiff sofre rearranjos sequenciais produzindo uma aminocetose razoavelmente estável conhecida como produto de Amadori (açúcar aldose) ou produto de Heyns (açúcar cetose). Estes produtos, desenvolvidos no estágio inicial, são estáveis e não possuem cor, fluorescência ou absorção na região ultravioleta resultando em uma enorme variedade de produtos em distintas proporções.” (19)

“Com o prolongamento do aquecimento ou armazenamento inicia-se a segunda fase. Os produtos de Amadori ou produtos de Heyns são fragmentados e originam uma série de reações como desidratação, enolização e retroaldolização. Nesta etapa intermediária, surgem os compostos dicarbonílicos, redutonas, derivados do furfural e produtos da degradação de Strecker, podendo ocorrer o aparecimento de um derivado furano que origina uma hexose comumente conhecida por 5-hidroxi metilfurfural.” (20)

“Os compostos originados na fase intermediária são fluorescentes e com capacidade de absorção da radiação na região ultravioleta. Os mesmos são cíclicos e altamente reativos, se polimerizando junto com resíduos de lisina ou arginina em proteínas, resultando em compostos estáveis e culminando na formação de pigmentos escuros conhecidos como melanoidinas. Estes pigmentos levam à coloração dos alimentos sendo desejáveis ou indesejáveis e fazendo parte do estágio final da RM.” (21)

O “estágio intermediário” e, em raros casos, o “estágio final” da Reação de Maillard é o que buscamos em preparações para atingir a chamada queima proposita de alimentos, no caso, os pigmentos formados sendo desejados pelo manipulador ou cozinheiro. A dificuldade nessa reação é trazer toda a complexidade positiva, sem chegar ao estado de amargar o alimento ou preparação com a queima excessiva, que além de ser desagradável o sabor e aroma na maioria das vezes, é comprovado ser tóxico ao ser humano.

5 - Técnicas gastronômicas para a queima adequada dos alimentos

A ciência e arte da cocção e do comer, ou gastronomia, vem durante séculos desenvolvendo técnicas de cocção e receitas inovadoras para o ser humano, com o intuito de extrair o máximo que cada insumo pode proporcionar em uma preparação. Usando métodos e técnicas que podem facilitar seu preparo e transformá-lo em uma obra de arte, elevando ao máximo, positivamente, o nível da sensorialidade do ser humano. Um gastrólogo tem o objetivo de unir a ciência, a arte e o prazer em um prato finalizado.

“A gastronomia é o conhecimento fundamentado de tudo o que se refere ao homem, na medida em que ele se alimenta. Seu objetivo é zelar pela conservação dos homens, por meio da melhor alimentação possível. Ela atinge esse objetivo dirigido, mediante princípios seguros, todos os que pesquisam, fornecem ou preparam as coisas que podem se converter em alimentos.” (8)

Algumas técnicas específicas possibilitam a realização controlada da queima proposital de alimentos, para assim extrair apenas aspectos positivos no alimento, aplicando assim, a complexidade de sabor, gosto, aroma e visual específico que a Reação de Maillard proporciona. A primeira técnica a ser apresentada é com o uso de um equipamento que, vem ganhando cada vez mais espaço dentro de cozinhas residenciais e profissionais, chamado de maçarico culinário.

Os maçaricos culinários são comumente usados para acelerar alguns processos e técnicas que, se forem realizadas da forma tradicional, precisariam de um pouco mais de tempo para ocorrer. Podemos usá-lo para gratinar, pururucar, caramelizar ou chauscar (queimar controladamente) apenas a superfície na qual a chama toca. Esse utensílio, na maioria das vezes, é aplicado em finalizações de pratos, nos quais se fossem passar pelo processo mais lento (assar, fritar e/ou cozinhar), toda a preparação iria reagir com o método de cocção aplicado, podendo assim cozinhar mais que o necessário ou o intencionado pelo manipulador/cozinheiro.

Com processo similar ao maçarico culinário, podemos citar churrasqueiras, que através de calor intenso e/ou chamas, podemos alcançar uma queima controlada ao deixar bem próximo o alimento das chamas intensas. A temperatura ideal de uma churrasqueira para ocorrer a reação seria por volta dos 300°C.

Aquecendo uma panela, saltese, frigideira ou chapa, a uma temperatura aproximadamente de 350°C é possível realizar a queima proposital controlada de um insumo, ocorrendo o “selamento”, a essa temperatura será possível ocorrer a Reação de Maillard. Uma crosta é formada na superfície externa do alimento e por dentro tornando-o, no caso de legumes, “al dente” e no caso de proteínas, mal passado (isso caso os insumos forem para cocção crus). Deve-se ter o cuidado de cozinhar por igual todas as faces para que possa ficar uniforme a crosta e a temperatura do alimento.

“[...]Iniciando timidamente a partir de 105°C, começando a ser perceptível a partir de 115°C e desejável para fins culinários acima de 135°C, as Reações de Maillard são interações químicas entre proteínas e açúcares presentes no músculo, que vão provocar o escurecimento e liberar os aromas e sabores voláteis característicos de churrasco.” (22)

Em um forno convencional ou profissional, pode-se alcançar resultados similares aos usados em uma panela para realizar a queima controlada. Colocando o alimento em um forno e tabuleiro pré-aquecidos, a uma temperatura acima de 250°C, a Reação de Maillard pode ocorrer da mesma forma. Podendo levar um pouco mais de tempo para formar as crostas e chamuscados característicos. Levando em consideração que, em um forno, ocorre uma cocção mais intensa do insumo, pois eleva por igual a temperatura de todo o ambiente (dentro do forno), fazendo com que a preparação cozinhe intensamente por completo, diferentemente de uma saltese ou panela que ocorre intensamente apenas na face em contato com a superfície aquecida.

O uso de algum tipo de gordura ou óleo é indicado em processos nos quais o insumo fica com o contato direto a uma superfície aquecida, para assim, realizar a queima proposital de forma controlada. O uso proporcionará que o alimento não se descaracterize ao ser manipulado no processo e, acompanhar a temperatura do insumo é extremamente importante para que não torre a preparação, sendo ideal entre os 115°C a 135°C, caso contrário, a queima ocorrerá de forma indesejável trazendo sabores e aromas comumente desagradáveis.

CONCLUSÕES

A experiência do comer é muito mais além que a ingestão de nutrientes provenientes do alimento, sendo uma experiência na qual deve-se atentar em cada processo e técnica aplicada durante a preparação até a cocção do insumo, para assim conseguir atingir maior êxito e aceitação do prato elaborado na hora que for servido.

A queima proposital dos alimentos é uma técnica gastronômica na qual pode ser explorada sem prejudicar a saúde, pois existe um limite na qual é tolerável uso sem se tornar tóxica a saúde do consumidor. Acompanhado de equipamentos corretos de mensuração e cocção, como por exemplo termômetros alimentícios e grelhas, pode-se alcançar a Reação de Maillard ou a caramelização a um nível adequado para consumo e, ao mesmo tempo, realçar sabor, textura, aromas e um visual mais atraente, oferecendo assim, um resultado melhor na entrega de um prato finalizado até a mesa do consumidor.

“Como um exemplo de ação favorável da Reação de Maillard encontra-se o aumento da capacidade antioxidante em isolados de proteínas do soro” (23)

Há vários tipos de alimentos nos quais essa técnica é aplicável, aumentando assim, as possibilidades de finalização de um profissional da área, agregando assim uma aplicabilidade maior, podendo usá-la em ambientes profissionais, residenciais e de estudo em áreas correlatas.

“Os Produtos da Reação de Maillard são consumidos diariamente pela população, por meio da ingestão de alimentos como leite, produtos de panificação, cereais infantis e matinais, caramelo, mel, café, cerveja, chocolate, carnes, vegetais desidratados e frutas processadas apresentando um importante papel tecnológico e sensorial para a indústria de alimentos por suas propriedades antioxidantes, flavor, aroma, odor, textura e coloração.” (23)

A versatilidade de inovações técnicas e químicas aplicáveis em uma cozinha/laboratório focada na área de ciências dos alimentos prova que cozinhar é algo que sempre é reinventado possibilitando inúmeras formas de fazer o prazer do comer caminhar junto da saudabilidade.

REFERÊNCIAS

1. BARRETTO G. Como Cozinhar Sua Preguiça (Em 51 Receitas). São Paulo: Melhoramentos; 2016
2. MONARO, Érica de Lemos Ferreira. Inibição da formação de produtos da reação de Maillard por extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em sistemas modelo alimento. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
3. TREVISAN, Aurea Juliana Bombo. Formação de produtos da reação de Maillard em carne bovina (*Semimembranosus*) submetida a diferentes técnicas de cocção. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
4. LIMA M. I. Os chefs estão queimando a comida. E é de propósito. 2021. Disponível em: <https://paladar.estadao.com.br/noticias/comida,os-chefs-estao-queimando-a-comida-e-e-de-proposito,70001675708>
5. SOUZA, A. C. de; FIALHO, F. A. P.; OTANI, Nilo. TCC: Métodos e Técnicas. Florianópolis: Visual Books, 2007.
6. MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de Metodologia Científica. São Paulo: Atlas, 2003.
7. GUIMARÃES, Larissa Machado; DE OLIVEIRA, Daniela Soares. Influência de uma alimentação saudável para longevidade e prevenção de doenças. *Interciência & sociedade*, v. 3, n. 2, 2014.
8. VALENTE, T. B., & ROSA, C. S. D. (2009). Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis conseqüências para o organismo humano. *Revista de Nutrição*, 22, 283-293.
9. SAVARIN B. A Fisiologia do Gosto. 2ª ed. São Paulo: Companhia de Mesa;

2017.

10. Esteves, E. (2009). Análise sensorial. Apontamentos para as aulas teóricas de Análise Sensorial do Curso de Engenharia Alimentar. Universidade do Algarve– Instituto Superior de Engenharia.
11. Souza Santos, V., Faria Gontijo, M. C., & Ferreira de Almeida, M. E. (2017). Efeito da gastronomia na aceitabilidade de dietas hospitalares. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 17-22.
12. Barbosa, L., Madi, L., Toledo, M. A., & Rego, R. A. (2020). As tendências da alimentação. *FIESP/ITAL. Brasil Food Trends*.
13. Vijitbunyanon, P. (2019). The importance of food styling and food photography towards customers' perspective at kitchen corner café. *Dusit Thani College Journal*, 13(2), 454-463.
14. ZONTA, Camila Nakahara et al. Análise da viabilidade econômico-financeira da abertura de um bar em Curitiba com a tendencia food. *Memorial TCC Caderno da Graduação*, v. 2, n. 1, p. 40-53, 2016.
15. ZAINOL, Noorliza; ARIFFIN, Hashim Fadzil; AHMAD ROZALI, Abdul Rahman. The study of customer perception and expectation toward food presentation. *Academic Journal of Business and Social Sciences (AJoBSS)*, v. 2, p. 1-8, 2018.
16. Kurti, N., & This-Benckhard, H. (1994). Chemistry and Physics in the Kitchen. *Scientific American*, 270(4), 66-71.
17. [18][19][20][21] Francisquini, J. D. A., Martins, E., Silva, P. H. F., Schuck, P., Perrone, Í. T., & Carvalho, A. F. (2017). Reação de maillard: uma revisão. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 72(1), 48-57.
22. Feliciano, Y. T. K. F., de Lima Cauper, M. W., Ferreira, T. H., da Cruz, I. D., & Lettieri, J. L. (2019). O ponto da carne na Gastronomia: do senso do cru e cozido às escalas de temperatura. *ANALECTA-Centro Universitário Academia*, 4(4).
23. FRANCISQUINI, Júlia d'Almeida et al. Reação de maillard: uma revisão. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 72, n. 1, p. 48-57, 2017.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-99>

Capítulo 99

OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DE *CLITORIA TERNATEA* USANDO METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA

Bruno Marques GOMES¹; Luan Gustavo dos SANTOS²; Vilásia Guimarães MARTINS³

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - EQA – FURG; E-mail: gmbruno95@gmail.com

²Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de alimentos - EQA – FURG; E-mail: luansantos.ea@outlook.com

³Docente do Curso de Engenharia de alimentos e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de alimentos - EQA – FURG; E-mail: vilasiamartins@gmail.com

Resumo: *Butterfly pea* (*Clitoria Ternatea*) é uma leguminosa da família *Fabaceae* com origem asiática, sendo amplamente cultivada no Brasil. As pétalas das flores da *Clitoria Ternatea* (CT) apresentam altos teores de compostos fenólicos, responsáveis pela alta atividade antioxidante, antimicrobiana e coloração azulada. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos das variáveis solvente-sólido (mL g⁻¹) e concentração de etanol (v/v) na extração assistida por ultrassom de compostos fenólicos, antocianinas totais e flavonoides da CT a partir de um planejamento experimental do tipo fatorial (3²) e otimizar o processo de extração a partir da metodologia de superfície de resposta. Os efeitos das variáveis avaliadas apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) na extração dos biocompostos da CT, onde, as condições otimizadas foram de 60% (v/v) para a concentração de etanol e a relação solvente-sólido de 80 mL g⁻¹ resultando em teores de 26,44 ± 1,54 EAG g⁻¹, 144,72 ± 2,23 mg 100 g⁻¹ e 6,52 ± 0,30 mg QE g⁻¹ para compostos fenólicos totais, antocianinas totais e flavonoides, respectivamente. Portanto, o presente estudo proporcionou a otimização das variáveis estudadas na extração assistida por ultrassom de compostos fenólicos, antocianinas e flavonoides da pétala de *Clitoria ternatea*, definindo melhores condições de processo para a obtenção de um extrato rico em compostos bioativos.

Palavras-chave: Compostos fenólicos; Antocianinas totais; Flor comestível.

INTRODUÇÃO

Clitoria ternatea é uma leguminosa da família *Fabaceae* com origem da Ásia tropical. No Brasil, fatores climáticos favoreceram o cultivo desta planta no país, a qual é popularmente conhecida como feijão-borboleta, fada azul e/ou cunhã. O seu principal uso está relacionado às suas flores de coloração azulada (1), nas quais, podem ser utilizadas como corantes naturais, preparo de bebidas, produtos de panificação e/ou preparo de chás com propriedades medicinais devido seus efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios e analgésicos (2,3). Estudos mostram que os efeitos bioativos das pétalas

da *Clitoria* se deve ao seu conteúdo de compostos fenólicos onde, destacam-se as antocianinas (1,4,5).

Os compostos fenólicos são conhecidos por serem um dos mais heterogêneos grupos de metabólitos secundários das plantas, possuindo aproximadamente 60.000 moléculas identificadas (6). Apesar da baixa disponibilidade no organismo humano, o consumo de alimentos ricos em fenólicos contribui para o bom funcionamento do corpo, pois estes compostos atuam como antioxidantes, antimicrobianos e previne doenças degenerativas, como o Alzheimer, diabetes e câncer (7).

A extração de compostos fenólicos pode ser realizado de diferentes formas, sendo comumente aplicadas técnicas de aquecimento, refluxo, agitação e maceração (8). Entretanto, a utilização de métodos tradicionais tem sido associada ao alto consumo de solventes orgânicos, além de demandarem maiores tempos e temperatura de extração, ocasionando menores índices de recuperação dos compostos bioativos devido a exposição exacerbada à temperatura, luz e oxigênio (9,10). O uso da metodologia de superfície de resposta pode auxiliar na maior recuperação de compostos bioativos, promovendo o aumento no rendimento de extração e do custo-benefício do processo.

No decorrer dos anos, diversos estudos buscam a aplicação de novas tecnologias para a extração verde de compostos fenólicos (11,12), como a técnica assistida por ultrassom. A extração via ultrassom é baseada na aplicação de ondas ultrassônicas que induzem a um processo de cavitação no solvente extrator que, ao entrar em colapso com a superfície do material sólido, provoca o rompimento da parede celular e o aumento da taxa de extração dos biocompostos (13). Os efeitos mecânicos e térmicos provocados no processo de extração por ultrassom, resulta na redução do tamanho da partícula e aumento da taxa de reação, elevando a transferência de massa interna para a fase externa do sólido, sem que haja mudanças na estrutura e funcionalidade dos bioativos obtidos (14).

Dentre os solventes utilizados para a extração por ultrassom, o etanol se destaca por apresentar característica atóxica e de baixo índice de corrosão (15), sendo considerado GRAS (*Generally Recognized as Safe*) pela FDA (*Food and Drug Administration*) (16). De acordo com Alara et al. (17), a mistura de etanol e água facilita a extração de compostos fenólicos devido a modulação do solvente, facilitando a permeação no interior da matriz vegetal, rompimento as ligações de hidrogênio e hidrofóbicas entre os compostos bioativos e os polissacarídeos, aumentando a eficiência de extração.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da concentração de etanol e da razão solvente-sólido na extração assistida por ultrassom de compostos fenólicos, antocianinas e flavonoides das pétalas secas de *Clitoria ternatea* a partir de um delineamento experimental fatorial (3²), otimizando este processo por meio da metodologia de superfície de resposta.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL

Pétalas em pó de *Clitoria ternatea* (CT) foram adquiridas na C2Alimentos e direcionados ao Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) da Universidade Federal

do Rio Grande – FURG, armazenando-o em frascos herméticos âmbar a -80 °C. Todos os reagentes utilizados neste estudo foram de grau analítico.

OBTENÇÃO DOS EXTRATOS

Os extratos de CT foram obtidos a partir de um delineamento experimental do tipo fatorial (3²) composto por 8 ensaios e 4 pontos centrais. Foram avaliados os efeitos das variáveis independentes: concentração de etanol (%E) e razão solvente-sólido (S:S) em três níveis, conforme mostrado na Tabela 1. Os teores de compostos fenólicos, antocianinas totais e flavonoides foram definidos como a variável resposta do planejamento.

Tabela 1 – Dados das Variáveis independentes

Variáveis	Nível		
	-1	0	1
Concentração de etanol (%)	20	60	100
Razão solvente-sólido (mL g ⁻¹)	20	40	60

A extração dos compostos bioativos foi realizada de acordo com o melhor tempo de extração determinada por Silva et al. (18). Resumidamente, as pétalas em pó de CT foram submetidas em tubos e o solvente extrator foi adicionado. Os tubos foram fechados e imersos em banho ultrassônico (Q1.8/40, ECO-SONICS) com potência de 55 W durante 20 min a 25 °C, sob o abrigo da luz. Após a extração, a solução obtida foi filtrada em papel filtro a temperatura ambiente (25 °C) e armazenadas sob refrigeração (4 °C) até o momento das análises.

Tabela 2 – Matriz de planejamento para a extração de antocianinas totais, compostos fenólicos totais e flavonoides de extratos de *Clitoria ternatea* (CT)

Ensaio	Variáveis independentes		Variáveis Resposta		
	Solvente-sólido (X ₁)	%Etanol (X ₂)	AT (mg 100g ⁻¹)	CFT (EAG g ⁻¹)	FVT (mg EQ g ⁻¹)
1	(-1) 20	(-1) 20	96,85	19,81	4,41
2	(-1) 20	(0) 40	104,65	21,28	4,94
3	(-1) 20	(1) 60	121,35	22,64	5,51
4	(0) 60	(-1) 20	129,14	23,45	5,63
5	(0) 60	(0) 40	141,94	25,73	5,93
6	(0) 60	(1) 60	143,61	26,87	6,04
7	(1) 100	(-1) 20	122,46	24,14	4,85
8	(1) 100	(0) 40	127,33	25,34	5,51
9	(1) 100	(1) 60	130,11	25,94	5,92

10	(0) 60	(0) 40	139,02	25,87	6,17
11	(0) 60	(0) 40	139,16	25,61	6,35
12	(0) 60	(0) 40	139,16	25,44	6,15

AT = antocianinas totais; CFT = compostos fenólicos totais; FVT = flavonoides totais; EAG = equivalente ao ácido gálico; EQ = equivalente a quercetina.

Os efeitos das variáveis independentes sob as variáveis dependentes foram avaliados através da análise de variância (ANOVA), aplicando um intervalo de confiança de 95% ($p < 0,05$) em relação ao conteúdo de compostos fenólicos totais, antocianinas totais e flavonoides dos extratos obtidos. Os dados experimentais foram ajustados a um modelo de regressão polinomial de segunda ordem (Eq. 1) e as condições otimizadas para a extração de compostos fenólicos, antocianinas e flavonoides foram determinados. As superfícies de resposta foram geradas pela variação de duas variáveis, dentro do intervalo experimental estudado, mantendo a terceira variável constante no ponto central.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \beta_{12} x_1 x_2 \quad (1)$$

Onde, Y é a variável resposta, x_1 refere ao solvente-sólido, x_2 é a concentração de etanol e β_0 , $\beta_{(n)}$, $\beta_{(nn)}$ e $\beta_{(nx)}$ são os coeficientes de regressão médio, linear, quadrático e de interação entre os termos, respectivamente.

DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS

A análise de compostos fenólicos totais (CFT) foi realizada de acordo com o metodologia adaptada de Santos et al. (19) onde, uma alíquota de 0,5 mL de extrato passou por homogeneização em tubos contendo 2,5 mL de carbonato de sódio 7% (m/v) e 2,0 mL de Folin-Ciocalteu 10% (v/v). Posteriormente, a solução foi incubada por 15 min a 45 °C, obtendo a absorbância da solução a 760 nm em espectrofotômetro (KASUAKI, IL592). O teor de compostos fenólicos totais foi determinado através de uma curva padrão de ácido gálico (0-65 $\mu\text{g mL}^{-1}$).

A determinação de antocianinas foi realizada de acordo com a metodologia de pH diferencial (20). Os ensaios foram realizados com duas soluções tampão: cloreto de potássio (0,025 mol L⁻¹) de pH 1,0 e acetato de sódio (0,4 mol L⁻¹) de pH 4,5. O procedimento consiste em transferir 4,7 mL de cada solução tampão para tubos de ensaio contendo 0,3 mL do extrato. As soluções são homogeneizadas e a absorbância determinada em espectrofotômetro a 545 e 700 nm após 30 min de reação. O conteúdo de antocianina foi calculado a partir das equações (2) e (3).

$$A = \left[(A_{520} - A_{700})_{\text{pH}1,0} \right] - \left[(A_{520} - A_{700})_{\text{pH}4,5} \right] \quad (2)$$

$$AT = \left(\frac{A \times P_M \times F_D \times 10^3 V}{\epsilon \times L \times m} \right) \times 100 \quad (3)$$

Onde A é a diferença entre absorvâncias a pH 1,0 e 4,5; AT se refere ao teor de antocianinas totais equivalente a mg de cianidina-3-glicosídeo (C3G) por 100 g de amostra; PM é o peso molecular de cianidina-3-glicosídeo (449,2 g mol⁻¹); FD é o fator de diluição; V é o volume do extrato (L); 10³ é a conversão de g para mg; ε é o coeficiente de extinção molar da cianidina-3-glicosídeo coeficiente (26.900 L mol⁻¹ cm⁻¹), L é o comprimento da cubeta (1 cm) e m a massa da amostra (g).

O teor de flavonoides totais (FLT) foi determinado utilizando a metodologia de Lin e Tang (21). Alíquotas de 2 mL de extrato foram misturadas com 1,5 mL de etanol 95% (v/v), 100 µL de cloreto de alumínio 10% (m/v), 100 µL de acetato de sódio (1 M) e 2,8 mL de água destilada. A mistura mantida à temperatura ambiente por 40 min antes de ser lida em espectrofotômetro a 415 nm. O teor de flavonoides foi determinado a partir de uma curva padrão de quercetina (0-1000 µg mL⁻¹), e os resultados foram expressos em mg equivalente a quercetina (QE) por grama de amostra (mg EQ g⁻¹).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EFEITO DAS VARIÁVEIS NA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

Os teores de fenólicos nos extratos de CT variaram entre 19,81 a 26,87 EAG g⁻¹ para CFT, 96,85 a 143,61 mg 100 g⁻¹ para AT e 4,41 a 6,35 mg EQ g⁻¹ para FVT, conforme mostra a Tabela 2. É possível observar que o Ensaio 6 realizado com a relação S:S de 60 mL g⁻¹ e %E de 60% (v/v) apresentou a maior capacidade de extração dos biocomposto avaliados. Sendo assim, os efeitos das variáveis independentes sobre as variáveis resposta foram avaliados (Tabela 3).

Tabela 3 – Coeficientes de regressão do modelo em relação aos teores de compostos fenólicos totais, antocianinas totais e flavonoides

Variável dependente	Fator	Média	S:S (L)	S:S (Q)	%E (L)	%E (Q)	S:S x %E
Compostos fenólicos totais	Efeito	25,608	3,893	-4,376	2,684	-0,684	-0,514
	Valor p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,056	0,068
	Coeficiente	25,608	1,946	-2,188	1,342	-0,342	-0,257
Antocianinas totais	Efeito	138,960	19,018	-42,513	15,539	-1,739	-8,419
	Valor p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,389	0,010
	Coeficiente	138,960	9,509	-21,256	7,770	-0,870	-4,210
Flavonoides	Efeito	6,104	0,474	-1,589	0,860	-0,359	-0,014
	Valor p	< 0,001	0,042	0,005	0,009	0,184	0,940
	Coeficiente	6,104	0,237	-0,794	0,430	-0,180	-0,007

S:S = solvente-sólido; %E = concentração de etanol.

Em relação ao conteúdo de CFT e FVT apenas os efeitos quadráticos da %E e a interação entre as variáveis S:S e %E não demonstraram efeitos significativos ($p > 0,05$). Por outro lado, em relação ao teor de antocianinas dos extratos, apenas a interação entre as duas variáveis (%E e S:S) não apresentou diferença significativa. A variável S:S apresentou os maiores efeitos sobre o conteúdo de CFT e AT. Isso ocorre devido ao gradiente de permeação do solvente em um material sólido seco e alteração da taxa de extração dos biocompostos que ocorrem por difusividade (22). Em contrapartida, devido os flavonoides apresentarem maior solubilidade em solventes orgânicos (23), a %E foi a variável que mais influenciou na extração de FVT.

Os parâmetros da Tabela 3 foram reestimados, considerando apenas os efeitos que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) e ao submeter a análise de regressão, o modelo ajustado aos dados experimentais são apresentados na Equação 4, 5 e 6.

$$\text{CFT} = 25,60 + 1,946x_1 + 1,342x_2 - 4,375x_1^2 \quad (4)$$

$$\text{AT} = 138,96 + 9,509x_1 + 7,700x_2 - 0,869x_1^2 \quad (5)$$

$$\text{FLV} = 6,104 + 0,237x_1 + 0,430x_2 - 0,794x_1^2 \quad (6)$$

As equações foram validadas por análise de variância (ANOVA), fornecendo um ótimo ajuste com $F_{\text{calc}} > F_{\text{tab}}$ para a regressão e $R^2 > 0,906$ (Tabela 4). Além disso, quando os valores de F_{calc} são inferiores aos F_{tab} para a falta de ajuste é um indicativo de que não houve diferença significativa para a falta de ajuste do modelo aos dados experimentais (23), mostrando que os modelos gerados são capazes de representar predizer o teor de CFT, AT e FVT na extração por ultrassom da CT deste estudo.

Tabela 4 - Análise de variância (ANOVA) para compostos fenólicos totais, Antocianinas totais e flavonoides presentes em os extratos de CT

Fator	SQ	GL	QM	F_{calc}	F_{tab}	R^2
Compostos fenólicos totais						
Regressão	49,538	3	16,513	112,227	4,066	0,977
Residual	1,177	8	0,147			
Falta de ajuste	1,076	5	0,215	6,384	9,013	
Puro erro	0,101	3	0,034			
Total	50,614	11	4,601			
Antocianinas totais						
Regressão	2374,352	4	593,588	113,422	4,120	0,985
Residual	36,634	7	5,233			
Falta de ajuste	30,616	4	7,654	3,816	9,117	
Puro erro	6,018	3	2,006			
Total	2404,968	11	218,633			
Flavonoides						
Regressão	3,721	3	1,240	26,404	4,066	0,906

Residual	0,376	8	0,047		
Falta de ajuste	0,289	5	0,058	1,988	9,013
Puro erro	0,087	3	0,029		
Total	4,010	11	0,365		

SQ = Soma dos quadrados, GL= Graus de liberdade, QM = Quadrado médio, F_{cal} = F calculado, F_{tab} = F tabelado.

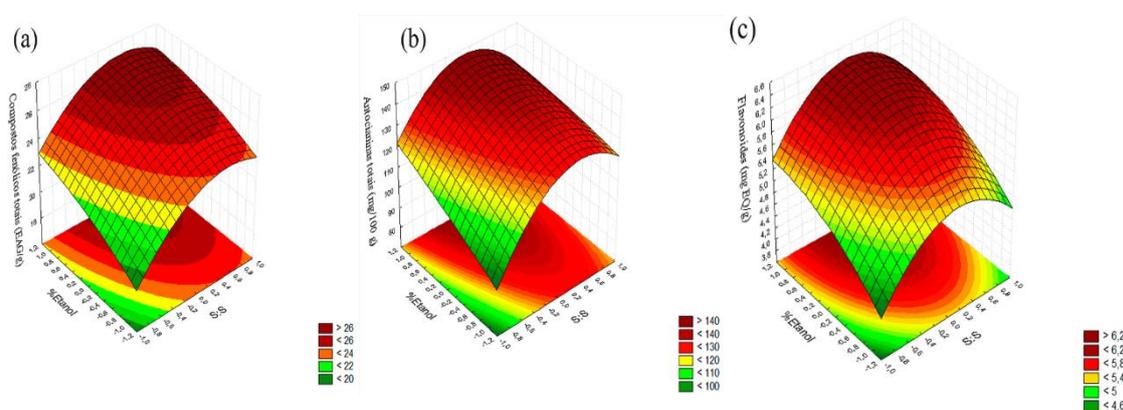
COMPOSTOS BIOATIVOS OBTIDOS SOB ÓTIMA CONDIÇÃO DE EXTRAÇÃO

Por meio dos modelos representados nas Equações 4, 5 e 6 e das variáveis experimentais codificadas foram geradas as superfícies de resposta (Figura 1), sendo usadas na determinação das variáveis experimentais que convertem na máxima extração de CFT, AT e FVT da CT. Foi determinado que os valores preditos conduzidos com %E a 60% (v/v) e razão S:S de 80 mL g⁻¹ forneceria o valor máximo de extração dos biocompostos, sendo de 27,23 EAG g⁻¹, 145,81 mg 100 g⁻¹ e 6,38 mg QE g⁻¹ para CFT, AT e FVT, respectivamente.

Condições semelhantes de concentração de etanol são reportados na extração de compostos bioativos de araquá (23), cebola roxa (24) e pétalas de açafrão (12), relatando que a eficiência na recuperação dos compostos fenólicos, responde de forma positiva ao emprego de soluções hidroalcolólicas de 60%. A mistura de etanol com água favorece a interação com os compostos hidrofílicos e lipofílicos devido a modulação da polaridade dos solventes, elevando a eficiência de recuperação dos compostos do interior das matriz vegetais (24).

Após definir as condições ótimas de extração, foram realizados experimentos em triplicata nestas condições. Os teores de bioativos obtidos não apresentou diferença estatística ($p > 0,05$) dos valores preditos, sendo de $26,44 \pm 1,54$ EAG g⁻¹, $144,72 \pm 2,23$ mg 100 g⁻¹ e $6,52 \pm 0,30$ mg QE g⁻¹ para CFT, AT e FVT, respectivamente, confirmando a capacidade preditiva dos modelos na extração de biocompostos da Clitoria.

Figura 1 - Superfície de resposta para o efeito das concentrações de etanol (%) e solvente-sólido (%) sobre a extração de (a) compostos fenólicos totais (EAG g⁻¹), (b) antocianinas totais (mg/100 g) e (c) Flavonoides totais (mg EQ g⁻¹)



A concentração de CFT e AT obtidas neste estudo foi maior que os relatadas por López Prado et al. (25). Utilizando técnica convencional de maceração, o autor obteve valores máximos de 14,1 EAG g⁻¹ e 94.1 mg 100 g⁻¹ de CFT e AT, respectivamente. Já para o teor de FLT, a concentração encontrada neste trabalho são similares ao relatados por Makasana et al. (26) onde obteve valores entre 3,96 à 7,96 mg QE g⁻¹ e superior aos extratos de CT obtidos por Escher et al. (27).

CONCLUSÃO

Por meio do planejamento experimental fatorial, pode-se concluir que as variáveis S:S e %E influenciam na extração de compostos fenólicos totais, antocianinas totais e flavonoides da *Clitoria ternatea*. Por meio da metodologia de superfície resposta foi possível determinar que as condições ótimas para a extração assistida por ultrassom dos biocompostos de *Clitoria* é utilizando etanol 60% (v/v) e razão S:S de 80 mL g⁻¹, nas condições estudadas. Extratos ricos em compostos fenólicos, como o obtido neste estudo, apresentam grande interesse e valor comercial, sendo destinados no desenvolvimento de fármacos e alimentos funcionais que favorecem o bem-estar e previne de doenças degenerativas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

1. Havananda T, Luengwilai K. Variation in floral antioxidant activities and phytochemical properties among butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) germplasm. *Genet Resour Crop Evol.* 2019;66(3):645–58.
2. Zakaria N.N.A, Okello E.J, Howes M.J, Birch-Machin M.A, Bowman A. In vitro protective effects of an aqueous extract of *Clitoria ternatea* L. flower against hydrogen peroxide-induced cytotoxicity and UV-induced mtDNA damage in human keratinocytes. *Phyther Res.* 2018;32(6):1064–72.
3. Taur D.J, Patil R.Y. Evaluation of antiasthmatic activity of *Clitoria ternatea* L. roots. *J Ethnopharmacol.* 2011;136(2):374–6.
4. Srichaikul B. Ultrasonication Extraction, Bioactivity, Antioxidant Activity, Total Flavonoid, Total Phenolic and Antioxidant of *Clitoria Ternatea* Linn Flower Extract for Anti-aging Drinks. *Pharmacogn Mag.* 2018;14(56):322–7.
5. Pasukamonset P, Kwon O, Adisakwattana S. Alginate-based encapsulation of polyphenols from *Clitoria ternatea* petal flower extract enhances stability and

- biological activity under simulated gastrointestinal conditions. *Food Hydrocoll.* 2016;61:772–9.
6. Ávila-Román J, Soliz-Rueda J.R, Bravo F.I, Aragonès G, Suárez M, Arola-Arnal A, et al. Phenolic compounds and biological rhythms: Who takes the lead? *Trends Food Sci Technol.* 2021;113:77–85.
 7. Díaz M.C, Glaves A. Artículo de Revisión Sistemática / Systematic Review Article. *Rev Chil Nutr.* 2020;47(5):808–21.
 8. Wang S, Lin A.H.M, Han Q, Xu Q. Evaluation of direct ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from potato peels. *Processes.* 2020;8(12):1–14.
 9. Medina-Torres N, Ayora-Talavera T, Espinosa-Andrews H, Sánchez-Contreras A, Pacheco N. Ultrasound assisted extraction for the recovery of phenolic compounds from vegetable sources. *Agronomy.* 2017;7(3).
 10. Bhuyan DJ, Basu A. Phenolic Compounds Potential Health Benefits and Toxicity. In: Quan V. Vuong, editor. *Utilisation of Bioactive Compounds from Agricultural and Food Production Waste.* CRC Press; 2017. p. 27–59.
 11. Santos L.G, Alves da Silva GF, Gomes B.M, Palezi S.C, Martins V.G. extração convencional e assistida por ultrassom de compostos bioativos da casca de cebola roxa (*Allium C.*). (2016).
 12. Hashemi Gahruei H, Parastouei K, Mokhtarian M, Rostami H, Niakousari M, Mohsenpour Z. Application of innovative processing methods for the extraction of bioactive compounds from saffron (*Crocus sativus*) petals. *J Appl Res Med Aromat Plants.* 2020;19(October 2019):100264.
 13. Flores-Jiménez NT, Ulloa JA, Silvas JEU, Ramírez JCR, Ulloa PR, Rosales PUB, et al. Effect of high-intensity ultrasound on the compositional, physicochemical, biochemical, functional and structural properties of canola (*Brassica napus L.*) protein isolate. *Food Res Int.* 2019;121:947–56.
 14. Wen C, Zhang J, Zhang H, Dzah CS, Zandile M, Duan Y, et al. Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops – A review. *Ultrason Sonochem.* 2018;48:538–49.
 15. Alves A.C.B, Monteiro L.B, Pompeu D.R. Otimização da extração sólido-líquido de compostos fenólicos totais e betalaínas da casca de frutos de pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). *Rev Bras Tecnol Agroindustrial.* 2018;12(1):2556–77.
 16. Food and Drug Administration (FDA). CFR - Code of Federal Regulations Title 21 The information on this page is current as of April 1 2016 . [WwwFdaGov](http://www.FdaGov). 2019;721(6):1–10.
 17. Alara O.R, Abdurahman N.H, Ukaegbu CI. Extraction of phenolic compounds: A review. *Curr Res Food Sci.* 2021;4(February):200–14.

18. Alves da Silva, G. F., dos Santos, L. G., Gomes, B. M., & Guimarães Martins, V. (2021). Clitoria ternatea: Avaliação do tempo de extração de compostos fenólicos obtidos pela técnica assistida por ultrassom. *Revista Brasileira De Agrotecnologia*, 11(2), 990-994.
19. Santos L. G, Alves da Silva G.F, Gomes B.M, & Guimarães Martins, V. A novel sodium alginate active films functionalized with purple onion peel extract (*Allium cepa*). *Biocatal Agric Biotechnol*. 2021 Aug;35(July):102096.
20. Lee J, Durst R.W, Wrolstad R.E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. *J AOAC Int*. 2005;88(5):1269–78.
21. Lin J.Y, Tang C.Y. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chem*. 2007;101(1):140–7.
22. Liu Y, Wei S, Liao M. Optimization of ultrasonic extraction of phenolic compounds from *Euryale ferox* seed shells using response surface methodology. *Ind Crops Prod* . 2013;49:837–43.
23. Freitas T.S.M, Rodrigues G.M, Fakhouri F.M, Silva C, Andréa Lima Cardoso C, Ignacio Velasco J, et al. Application of the Box–Behnken experimental design for the extraction of phenolic compounds from araçá-roxo (*Psidium myrtoides*). *J Food Process Preserv*. 2021;45(3):1–14.
24. Bordin Viera V, Piovesan N, Mello R.D.O, Barin J.S, Fogaça A.D.O, Bizzi C.A, et al. Ultrasonic _assisted extraction of phenolic compounds with evaluation of red onion skin (*Allium cepa* L.) antioxidant capacity. *J Culin Sci Technol*. 2021 Apr 16;00(00):1–17.
25. López Prado A.S, Shen Y, Ardoin R, Osorio L.F, Cardona J, Xu Z, et al. Effects of different solvents on total phenolic and total anthocyanin contents of *Clitoria ternatea* L. petal and their anti-cholesterol oxidation capabilities. *Int J Food Sci Technol*. 2019;54(2):424–31.
26. Makasana J, Dholakiya B.Z, Gajbhiye N.A, Raju S. Extractive determination of bioactive flavonoids from butterfly pea (*Clitoria ternatea* Linn.). *Res Chem Intermed*. 2017;43(2):783–99.
27. Escher G.B, Marques M.B, do Carmo M.A.V, Azevedo L, Furtado M.M, Sant’Ana AS, et al. *Clitoria ternatea* L. petal bioactive compounds display antioxidant, antihemolytic and antihypertensive effects, inhibit α -amylase and α -glucosidase activities and reduce human LDL cholesterol and DNA induced oxidation. *Food Res Int*. 2020;128(August 2019):108763.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-100>

Capítulo 100

MASSA FRESCA SEM GLÚTEN: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO

Carolina Moser Paraíso¹; Suelen Siqueira dos Santos²; Adriana Wolf Trentini Rocha³; Jacqueline Mansano⁴, Caroline Wolf Trentini Schipfer⁵; Grasielle Scaramal Madrona⁶

¹Estudante de Doutorado em Ciência de Alimentos - PPC – UEM; E-mail: carolina.moser@hotmail.com.

²Pesquisador do Departamento de Engenharia Química - FEQ – UFU; E-mail:

suelensiqueira.eng@gmail.com. ³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - DAL – UEM; E-mail:

adrianatrentini@gmail.com. ⁴Estudante de Doutorado em Engenharia Química - PEQ – UEM; E-mail:

jacqueline_mansano@gmail.com, ⁵Estudante de Mestrado em Ciência de Alimentos - PPC – UEM; E-mail: caroline.trentini@gmail.com, ⁶Docente/pesquisador do Departamento de Engenharia de Alimentos

– DAL – UEM; E-mail: gsmadrona@uem.br.

Resumo: Massas alimentícias são muito apreciadas pela população, e a maior parte desse produto encontrado no mercado, é a base de farinha de trigo. Tendo em vista que atualmente a sociedade busca cada vez mais alimentos que unem praticidade e saúde, e que muitas pessoas possuem alergia ao glúten presente no trigo, uma massa alimentícia isenta de glúten, com adição de fibras, especiarias, e livre de aditivos artificiais, pode ser uma boa alternativa a consumidores que possuem restrições alimentares, ou que buscam por produtos mais saudáveis. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a viabilidade do ponto de vista mercadológico e sensorial, de massas alimentícias frescas sem glúten e com adição de fibras. Inicialmente foi realizada uma pesquisa de mercado para avaliar o perfil dos consumidores na compra de massas alimentícias, e posteriormente foram elaboradas duas formulações de massas alimentícias, uma contendo óleo de coco e outra não, ambas as massas com farinha de arroz e araruta em substituição à farinha de trigo, e adicionadas de *psyllium* como fonte de fibras. Na pesquisa de mercado muitos consumidores mostraram-se interessados em consumir produtos sem glúten e com fibras, além de produtos sem aditivos. Nos testes sensoriais foram observados resultados positivos em relação à aceitação das duas formulações de massa alimentícia pelos provadores, porém, esse resultado não se refletiu no teste de intenção de compra. Isso indica que são necessários mais estudos para melhorar a formulação do produto, principalmente no atributo sabor, que foi o que recebeu menores notas no teste sensorial.

Palavras-chave: araruta; farinha de arroz; óleo de coco; macarrão sem glúten; *psyllium*

INTRODUÇÃO

Massas alimentícias são produtos não fermentados resultantes do processo de empasto e amassamento mecânico da farinha de trigo (*Triticum aestivum* L.) e ou de

outras espécies do gênero *Triticum* e/ou derivados de trigo *durum* (*Triticum durum* L.) e/ou derivados de outros cereais, leguminosas, raízes e ou tubérculos, com água, adicionados ou não de outras substâncias permitidas (1).

A massa alimentícia tem um considerável consumo mundial, principalmente devido ao seu baixo custo, facilidade de preparação, versatilidade e longa vida útil (2). Geralmente no preparo utilizam-se apenas dois ingredientes, que são farinha de trigo e/ou sêmola e água, no entanto, estas massas tradicionais não são livres de glúten. O macarrão sem glúten é um dos principais produtos cujos celíacos gostariam de encontrar disponíveis para compra. Destaca-se ainda que a substituição da farinha de trigo e/ou sêmola ainda se configura como um grande desafio para a indústria alimentícia, uma vez que a adição de ingredientes ou substituição do trigo afeta o processo tecnológico e as propriedades sensoriais do produto final (3).

Em vista disso, novos produtos estão sendo desenvolvidos e melhorados sensorialmente e nutricionalmente para o público celíaco, como por exemplo, o uso do *psyllium* em substituição ao glúten em preparações como pão, bolo, biscoito e macarrão (4). O maior componente do *psyllium* é a mucilagem, que representa de 10 a 30% de sua estrutura. Também contém lipídeos, proteínas, ácido oxálico, enzima invertase e emulsina. Diferentemente das gomas, não se dissolvem rapidamente na água, mas formam massas viscosas.

Portanto, o presente estudo objetivou desenvolver e avaliar uma formulação de massa fresca sem glúten, contendo farinha de arroz e de araruta, *psyllium*, óleo de coco (em diferentes concentrações), e temperada naturalmente com especiarias.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Os ingredientes, todos do mesmo lote, foram adquiridos no comércio local da cidade de Maringá-PR.

Pesquisa de mercado

Uma pesquisa de mercado foi realizada a fim de se obter informações sobre as escolhas dos consumidores no momento de compra de massas frescas, e em relação ao consumo de produtos sem glúten, ricos em fibras, etc. A pesquisa foi realizada nos meses de setembro e outubro de 2019, através da distribuição de um link nas redes sociais das autoras por meio da ferramenta Google Forms®. Participaram da pesquisa 199 pessoas, sendo 61,3% do sexo feminino e 38,7% do sexo masculino.

Processamento da massa fresca

Foram realizadas duas formulações de massa fresca, uma com óleo de coco e outra sem (Tabela 1). Para o processamento das duas massas frescas, os ingredientes secos (farinha de arroz, farinha de araruta, cúrcuma e sal) foram pesados e depositados em um recipiente. Posteriormente, adicionou-se o *psyllium* em quantidade pré-estabelecida de acordo com resultados de testes preliminares com a intenção de fortificar a massa alimentícia a ponto de ser considerada “rica em fibra” ou “fonte de fibra” conforme legislação vigente. Um produto pronto para o consumo, para ser considerado fonte de

fibra deve ter no mínimo $3\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de fibra, e para ser considerado como de alto teor de fibra deve apresentar no mínimo $6\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ (5).

Em seguida, foi acrescentada água fervente com o objetivo de escaldar a massa e a homogeneização dos ingredientes foi realizada através de mistura manual. A moldagem das massas frescas foi feita em máquina de macarrão (Atlas Regina, Marcato, Itália) na regulagem número 2 e formato espaguete. Para a massa com óleo de coco, o ingrediente foi acrescentado antes da adição de água.

Tabela 17 – Formulações da massa fresca

Ingredientes	Massa com óleo de coco (%)	Massa sem óleo de coco (%)
Farinha de arroz	69,46	70,34
Farinha de araruta	22,05	22,93
Óleo de coco	4,41	-
Psyllium	3,31	4,19
Sal	0,50	1,38
Cúrcuma	0,28	1,16

Fonte: Autoria própria.

A mistura de especiarias (salsa, orégano, manjeriço, sal, páprica e cúrcuma) foi realizada em processador de alimentos de uso doméstico pelo tempo necessário para sua completa homogeneização sendo a formulação descrita na Tabela 2.

Tabela 2 – Percentual de especiarias

Especiarias	Percentual (%)
Sal	59,41
Cebola desidratada em pó	9,9
Alho desidratado em pó	9,9
Cúrcuma	5,94
Páprica doce	5,94
Manjeriço	2,97
Orégano	2,97
Salsa	2,97

Fonte: Autoria própria.

Após o preparo das massas, em uma panela pequena adicionou-se 250 mL de água, que após a fervura foi adicionada de 105 g de massa fresca. A massa foi cozida por 2 min para ambas as preparações e a última etapa foi a adição de 5 g da mistura de especiarias. As amostras foram servidas imediatamente, com o objetivo de preservar a textura e temperatura do alimento.

Análise sensorial

As massas frescas sem glúten nas versões com e sem óleo de coco, foram analisadas sensorialmente (CAAE:39682214.6.0000.0104) por provadores (n=60) voluntários entre homens e mulheres não treinados (idade entre 18 e 59 anos), em cabines adequadas da Universidade Estadual de Maringá. Foram realizados os testes de aceitação e intenção de compra. O teste de aceitação foi realizado para os atributos cor, sabor, consistência, aroma e aparência global, utilizando-se de escala hedônica estruturada de 9 pontos, em que 9 = gostei muitíssimo e 1 = desgostei muitíssimo (6). Para a intenção de compra foi solicitado aos julgadores responderem o grau de certeza se comprariam ou

não o produto, utilizando escala de 3 pontos, em que 3 = certamente compraria, 1 = certamente não compraria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pesquisa de mercado

Como resultados obtidos pela pesquisa de mercado, dos 199 participantes, 17,6% tinham menos de 25 anos, 50,8% entre 26 a 35 anos, 14,6% de 36 a 45 anos e 17,1% mais de 46 anos. Sobre os fatores que influenciam na intenção de compra, observou-se que a maioria dos participantes (86,4%) considera a qualidade do produto o fator mais relevante, em seguida o preço (68,8%), posteriormente a saudabilidade (40,7%), a praticidade (33,2%), a marca (22,6%) e por último a indicação (13,1%). Com relação as informações presentes no rótulo, 47,4% relataram que sempre verificam, 34,7% às vezes verificam as informações, 15,6% raramente e apenas 3% nunca verificam. Já 59,3% dos entrevistados consultados declararam que possuem em seu círculo familiar pessoas com hipertensão arterial, e 52,8% alterações nos valores relacionados a triglicerídeos.

Quando questionados se gostariam de diminuir a presença de aditivos artificiais em sua alimentação, 87,9% responderam que sim e apenas 12,1% disseram não ou não sei. Sobre a redução na quantidade de gorduras ingeridas, a maioria (88,4%) escolheu a opção sim e os outros 11,6% assinalaram com as opções não ou não sei. Sobre a possibilidade de aumento na ingestão de fibras na alimentação, 84,9% responderam que possuem interesse, enquanto 7,5% não sabe ou não tem interesse. Com relação a alergia alimentar a trigo e derivados, 5,1% dos consumidores consultados relataram possuir a alergia, e 64,1% revelaram alergia a leite e seus derivados. Apesar da minoria dos entrevistados possuir alergia a trigo, 39,7% afirmaram consumir alimentos sem a presença de glúten, enquanto 48,7% não consomem e 11,6% não sabem se consomem. Quando questionados se conhecem o *psyllium*, apesar da maioria relatar que gostaria de aumentar a ingestão de fibras em sua alimentação, apenas 28,6% conhecem o alimento e 71,4% declararam não conhecer. Os entrevistados também disseram (38,7%) que pagariam mais caro por um alimento sem glúten e com alegação funcional, enquanto 37,7% afirmaram que não pagariam e 23,6% disseram não saber.

Análise sensorial

A Figura 1 apresenta os resultados do teste de aceitação sensorial das massas frescas para os parâmetros de sabor, consistência, aroma, cor e aparência global. Segundo Gurgel et al. (7), o ponto de corte estabelecido para aceitação sensorial é o ponto 6 que corresponde a “gostei ligeiramente” na escala hedônica de 9 pontos. Levando em conta a aparência global do produto, pode-se dizer que este foi bem aceito, uma vez que a pontuação média desse parâmetro foi de 6,88 para a formulação com óleo de coco e 6,72 para o produto sem a adição de óleo de coco.

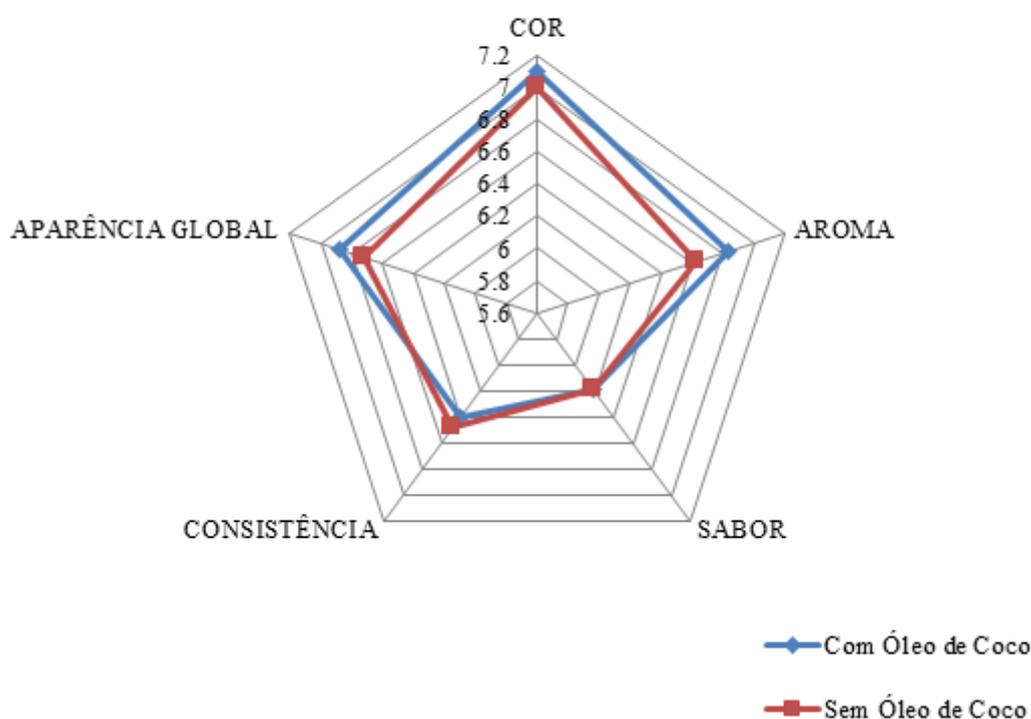


Figura 17 – Teste de aceitação sensorial das massas frescas
 Fonte: Autoria própria.

Apesar das menores notas em relação ao sabor em ambas as massas frescas (nota média de 6,18), estas encontram-se na faixa considerada como resposta positiva. Os resultados positivos da aceitação sensorial podem estar relacionados com o fato de massas alimentícias apresentarem, em geral uma boa aceitabilidade, por ter um considerável consumo mundial, principalmente devido ao seu baixo custo, facilidade de preparação, versatilidade (2).

Em relação a intenção de compra (Figura 2), o fator “certamente compraria” podem ser considerados como ponto positivo e os fatores “talvez comprasse/talvez não comprasse”, “certamente não compraria” como negativos. Portanto, a análise de intenção de compra apresentou aceitação negativa, uma vez que para as duas formulações apresentadas, com e sem óleo de coco, respectivamente 75 e 73% dos provadores avaliaram a intenção de compra da negativamente, conforme a figura 2.

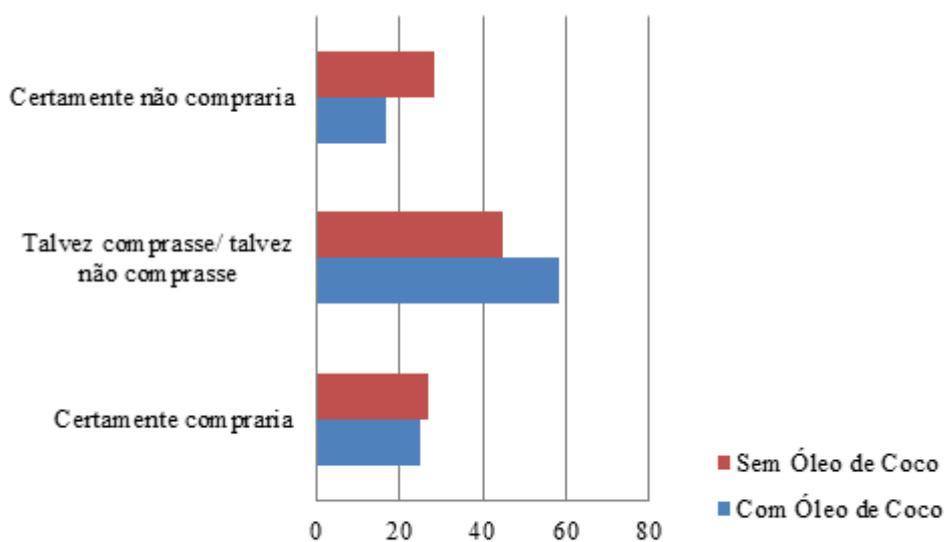


Figura 2 – Teste de intenção de compra das massas frescas
Fonte: Autoria própria.

É provável que a baixa intenção de compra esteja relacionada principalmente com o sabor e a consistência das massas alimentícias, visto que são os quesitos com menor nota na aceitação sensorial.

CONCLUSÕES

A pesquisa de mercado realizada demonstrou a viabilidade do produto e interesse dos consumidores, já que a maioria declarou ter o desejo de aumentar o consumo de fibras em sua alimentação e diminuir o consumo de aditivos artificiais. Grande parte dos consumidores também relatou que a saudabilidade e a praticidade são fatores considerados relevantes durante a decisão de compra. As duas formulações de massa fresca sem glúten rica em fibras obtiveram um resultado satisfatório no teste de aceitação sensorial, para todos os requisitos avaliados, porém não foi observada diferença significativa entre as amostras com e sem óleo de coco. Apesar destes fatores, as notas dedicadas a intenção de compra não foram suficientes para que a maioria optasse pela aquisição do produto.

REFERÊNCIAS

1. Ministério da Saúde (BR). RDC n° 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Diário Oficial da União. 22 set 2005.;
2. Cappa C, Alamprese C. Brewer's spent grain valorization in fiber-enriched fresh egg pasta production: Modelling and optimization study. *LWT - Food Sci Technol.* 2017 Sep 1;82:464–70.
3. Lorusso A, Verni M, Montemurro M, Coda R, Gobbetti M, Rizzello CG. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and

- nutritional features. LWT. 2017 May 1;78:215–21.
4. Zandonadi RP. Psyllium como substituto de glúten [dissertação]. Brasília: Faculdade de Ciência da Saúde da Universidade de Brasília, editor. 2006.
 5. Ministério da Saúde (BR). RDC n°54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União. 12 nov 2012;
 6. Meilgaard M., Civille GV., Carr BT. Sensory evaluation techniques. 4th ed. Boca Raton: CRC Press; 2006. 448 p.
 7. Gurgel CSS, Ferreira JM, Farias LRG De, Costa MJDC, Moreira RT. Aceitação e intenção de consumo de pão de forma enriquecido com soro de leite em pó e carbonato de cálcio. Rev Inst Adolfo Lutz. 2011 Mar 1; 70(3):283–9.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-101>

Capítulo 101

PANORAMA GERAL DO MERCADO DE CARNE SUÍNA

Izabela Queiroz Silva¹; Pedro Garcia Pereira da Silva²; Alcinéia de Lemos Souza Ramos³

¹ Mestranda em Engenharia e Ciência de Alimentos – EQA – FURG. E-mail: izabelaqs.eng@gmail.com, ² Doutorando em Engenharia e Ciência de Alimentos – EQA – FURG. E-mail: pedroppr_gps@hotmail.com, ³ Docente do Departamento de Ciência dos Alimentos – DCA – UFLA. E-mail: alcineia@dca.ufla.br

Resumo: A carne suína é uma fonte de proteína animal muito consumida, tornando a suinocultura uma atividade praticada em diversas regiões do mundo e de grande importância socioeconômica. Além disso, a carne suína tem ganhado a preferência dos consumidores em relação a carne bovina, principalmente na Europa e países asiáticos. No que se refere ao Brasil, a suinocultura brasileira evoluiu, passando de uma atividade de subsistência para uma atividade industrializada de alta eficiência produtiva, controle zootécnico e atualmente o país é o quarto maior produtor mundial. O país também se destaca por apresentar grande articulação entre os diferentes agentes que a compõem, bem como o volume de investimentos injetados na atividade. Mundialmente, o mercado de carne suína movimentou produção de milhões de toneladas, sendo a China o país de maior produção e consumo desta commodity. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é elucidar o panorama brasileiro e mundial do mercado de carne suína, apresentando os principais pontos para o comércio nacional e exportação.

Palavras-chave: Evolução; produção; suinocultura

INTRODUÇÃO

O contínuo crescimento da população mundial tem feito com que pesquisadores se perguntem onde serão produzidos os alimentos no futuro, quais regiões terão disponibilidade de terras e água para a produção de alimentos à base de proteínas vegetais e animais e que alimentos poderão ser produzidos (1). A criação de suínos, pela capacidade de produção da espécie e facilidade de seu manejo, tem condições de responder ao desafio de produzir proteína animal de alta qualidade para atender ao crescimento populacional (1). A suinocultura é uma atividade praticada em diversas regiões do mundo e tem grande importância socioeconômica, sendo o produto de carne terrestre mais produzido no mundo, com a produção quatro vezes maior quando comparado aos últimos 50 anos (2).

A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que com o aumento da população mundial, esta chegará em torno de 8,9 bilhões de pessoas no ano de 2050. Este crescimento estará concentrado em sete países: China, Índia, Paquistão, Nigéria, Congo, Bangladesh e Indonésia. A América Latina deve passar dos atuais 519 milhões para 806 milhões e o Brasil de 170 milhões para 244 milhões de pessoas. Desta forma, a carne suína, pode vir a ser a carne mais consumida no mundo, por aspectos de responsabilidade social e papel fundamental na sustentação do crescimento da população mundial (1).

O Brasil possui mercado interno com grande potencial para o consumo de proteína animal. Os hábitos alimentares do brasileiro mostram que o setor suinícola, em especial, pode empreender campanhas mais agressivas para elevar as vendas domésticas de carne (3). O país em 2015 foi o quarto maior produtor de carne suína com 3,6 milhões de toneladas produzidas (4).

Até o final de 2021, espera-se que a produção global de carne suína aumente 2%, alcançando 103,8 milhões de toneladas de carne suína, sendo a China o maior produtor com 40% da produção mundial (Figura 1) (5). Neste contexto, esta revisão visa apresentar o panorama brasileiro e mundial do mercado de carne suína, destacando os principais pontos para o comércio nacional e exportação.

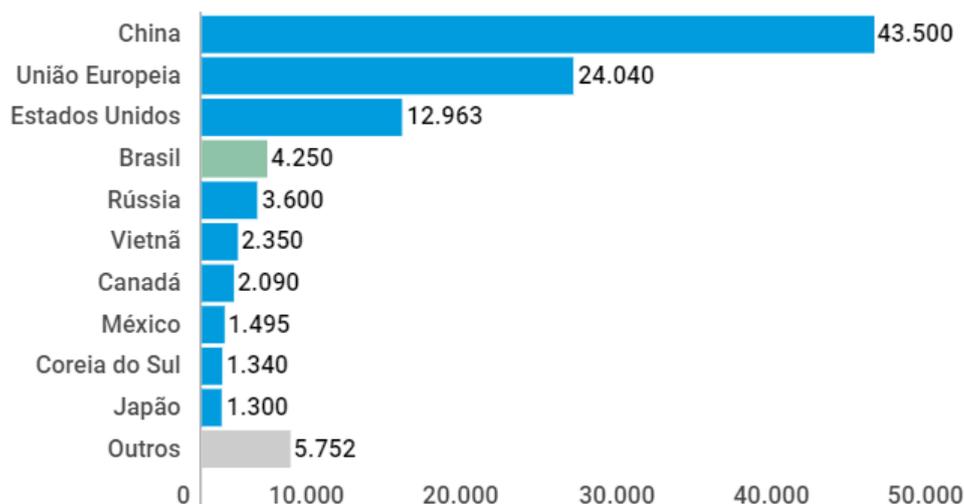


Figura 1 – Previsão da produção de carne suína em toneladas para o ano de 2021.
Fonte: USDA (6)

PAPEL ECONÔMICO DO BRASIL NO MERCADO DE CARNE SUÍNA

O agronegócio foi um dos grandes responsáveis pela retomada do crescimento econômico e, em razão da abertura comercial intensificada a partir do início da década de 90, vem procurando especializar-se, cada vez mais, em tecnologia, com o objetivo de aprimorar suas atividades e tornar o setor competitivo, com destaque no mercado internacional (7). Com a abertura comercial no início de 1990 e com a desvalorização cambial em 1999, o Brasil conseguiu aumentar sua produção e ampliar suas exportações no mercado internacional, passando a configurar, em 2006, como o quarto maior produtor e exportador mundial (8). A carne suína representa 8,8% da receita bruta dos produtos pecuários e 17% frente aos vinte principais produtos da agropecuária nacional, configurando-se, dessa forma, na oitava posição em faturamento (9). O Brasil detém

algumas condições que explicam esta posição representativa nas exportações de carne suína, como os elevados padrões de qualidade da sua carne e o uso de alta tecnologia na sua cadeia agroindustrial (10).

O Brasil é detentor de um plantel de aproximadamente 1,7 milhão de matrizes industriais, produziu mais de 39 milhões de suínos para o abate no ano de 2015, somando mais de R\$ 62 bilhões no produto interno bruto (PIB) (11), cerca de 1% dos R\$ 6 trilhões do PIB nacional naquele ano (12). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) também divulgou os primeiros dados de abates trimestrais. No segundo trimestre de 2019, foram abatidas 11,39 milhões de cabeças de suínos, representando aumentos de 0,7% em relação ao trimestre imediatamente anterior e de 5,1% na comparação com o mesmo período de 2018 (13).

As previsões de produção e consumo desta carne indicam aumento tanto no mercado interno quanto no externo. Em termos mundiais, o crescimento previsto é de 12% até 2025, passando de 116.674 para 130.797 mil toneladas (peso equivalente de carcaça) (14).

O mercado internacional foi a principal causa do aumento da produção de suínos no Brasil no período de 2003 a 2009, em atendimento a demanda externa, sendo que a produção brasileira foi exportada para mais de 70 países. A boa qualidade da carne e baixo custo foram os principais fatores deste aumento, mas nos anos de 2010 e 2011 caiu em função de condições comerciais (15).

Entretanto nos oito primeiros meses de 2021 as exportações brasileiras de carne suína (considerando todos os produtos, entre in natura e processados) mantiveram alta de 11,5% em relação ao mesmo período do ano passado. O levantamento aponta um total de 756,5 mil toneladas entre janeiro e agosto deste ano, contra 678,3 mil toneladas em 2020 (16) A evolução das exportações brasileiras ao decorrer dos últimos anos é elucidada na Figura 2.



Figura 2 – Exportação nacional de carne suína – Série histórica.

Fonte: ABPA (17)

DESAFIOS PARA EXPORTAÇÃO

As exportações são conceituadas como a remessa de bens e serviços de um país para outro. São internas quando ocorrem de uma região para outra dentro de um mesmo

país, ou externas, quando os bens e serviços são enviados para fora do país. Podem ser com cobertura cambial, quando implica um pagamento a ser efetuado pelo importador estrangeiro, ou sem cobertura cambial, quando não acarretar um pagamento por parte do importador estrangeiro (18).

A exportação somente é permitida para firmas que tenham habilitação dada pelo Sistema de Inspeção Federal (SIF) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A participação brasileira no mercado internacional de carnes poderia crescer, uma vez que algumas áreas de produção de bovinos e de suínos estavam se tornando livres da Febre Aftosa e da Peste Suína Clássica, duas das principais barreiras sanitárias às exportações brasileiras de carnes (19).

As exportações não são maiores em razão, sobretudo, de barreiras não tarifárias de alguns países que são grandes importadores, que só recentemente têm sido, ao menos parcialmente, por meio de negociações comerciais e avanços no reconhecimento internacional da sanidade da suinocultura brasileira, como o reconhecimento, pela Organização Mundial da Saúde Animal (OIE), em 2016, como zona livre de Peste Suína Clássica (PSC), das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e parte do Norte e do Nordeste (20).

Apesar da excelente posição ocupada pelo país no ranking mundial, competir no mercado internacional é um desafio constante que requer posicionamento estratégico e atenção aos sinais mudanças, sejam elas econômicas, políticas ou sociais. Em um mundo fortemente globalizado todos os países buscam vantagens mercadológicas, econômicas e sociais. Assim, as regras mudam facilmente e uma situação confortável no presente pode se transformar em uma situação de risco no curto prazo (21).

MERCADO MUNDIAL DE CARNE SUÍNA

O comércio internacional de carne de suína representa 7% da produção mundial. As exportações de carne suína aumentaram ao longo dos anos tanto em volume quanto em valor (22). Em 2018, os três maiores exportadores de carne suína foram a União Europeia (UE) (38% do valor), os Estados Unidos (29%) e o Canadá (13%). Esses três países, que juntos respondem por 80% das exportações mundiais, são seguidos pelo Brasil (6%), China (4%) e México (3%) (22). Os jogos competitivos entre os três países líderes não dependem apenas das diferenças nos custos de produção, na fase da indústria de criação e processamento, mas também são influenciados pela situação de saúde interna, acordos bilaterais entre países e a evolução da paridade entre o euro e o dólar (22).

Quanto à produção mundial, em 2019 foi alcançada a produção de 101.977 mil toneladas, majoritariamente dominadas por países como China (42.550 mil ton.), União Europeia (23.935 mil ton.), Estados Unidos (12.542 mil ton.), Brasil (3.983 mil ton.) e Rússia (3.321 mil ton.) (23). A China ocupa o primeiro lugar no mundo em termos de produção e consumo de carne suína e mais da metade da carne suína produzida é consumida no país. O setor pecuário é responsável por quase 30% do valor de sua produção agrícola (24). Além de ser o maior produtor mundial de carne suína, a China também é o segundo maior importador, com 20% das importações mundiais em valor no ano de 2018 e a previsão para triênio seguinte foi de aumento devido ao declínio no número de animais induzido pela peste suína africana (25).

No entanto, em 2020 e 2021 diversos países enfrentaram a pandemia do coronavírus (COVID-19). Uma de suas principais influências na economia agrícola foi na diminuição da produção de suínos na China e os criadores de suínos sofreram perdas

perceptíveis (26). Embora a indústria de suínos ainda esteja se recuperando do surto de peste suína africana em 2019, que reduziu o rebanho suíno do país em mais de 40% (27), a pandemia do coronavírus causará inevitavelmente, aumento contínuo nos preços da carne suína e mais dependência sobre as importações de carne suína se a oferta de suínos continuar em falta. Dados de 2019 mostram que o valor e o volume da carne suína importada após setembro de 2019 apresentaram uma tendência de aumento significativo (22).

CONCLUSÕES

A produção de carne suína é uma das principais atividades agroindustriais do mundo. No Brasil, seu consumo é menor que o de carne bovina e aves, porém o seu consumo vem crescendo devido à necessidade de mercado. Apesar de alguns entraves de ordem sanitária e econômica; a sua produção, comercialização (externa e interna) e consumo crescem progressivamente. O crescimento da produção mundial demonstra que o setor de produção suína apresentou melhoria tanto nas técnicas de produção (adoção de novas tecnologias), quanto na implementação de processos de fiscalização sanitária mais eficientes.

REFERÊNCIAS

1. Roppa, Luciano. A suinocultura no mundo. Anuário Porkworld 2004, São Paulo: Animal World; 2003.
2. Pig | Livestock Systems | Food and Agriculture Organization of the United Nations [Internet]. 2021. [acesso em 2021 Nov 8]. Disponível em: <https://www.fao.org/livestock-systems/%20production-systems/pig/en>.
3. Carvalho, T. B. Estudo da elasticidade-renda da demanda de carne bovina, suína e de frango no Brasil. [Dissertação]. Piracicaba. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 2007.
4. Anuário da Pecuária Brasileira, São Paulo, Brasil: Instituto FNP, 2018.
5. United States Department of Agriculture. Livestock and Poultry: World Markets and Trade China Continues to Drive Red Meat Trade. [Internet]. 2021. [acesso em 2021 Nov 10] Disponível em: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf.
6. United States Department of Agriculture. [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Nov 11] Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>.
7. Rodrigues, R. O agronegócio brasileiro é um caso de sucesso. Rev Pol Agríc. 2006; 15; 3-4.
8. Fialho, R. Competitividade das exportações brasileiras de carne suína, no período de 1990 a 2004. [Dissertação]. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2004.
9. Companhia Nacional de Abastecimento. Receita bruta mensal dos produtores rurais

brasileiros, Brasília: Conab; 2017.

10. ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal [Internet].2018 [acesso em 2021 Nov 8]. Disponível em: <<http://abpabr.com.br/setores/suinocultura/resumo>>.

11. Associação Brasileira dos Criadores de Suínos. Mapeamento da Suinocultura Brasileira. [Internet].2016 [acesso em 2021 Nov 11]. Disponível em: http://abcs.org.br/wp-content/uploads/2020/06/01_Mapeamento_completo_bloq.pdf.

12. IBGE | Brasil em síntese | contas nacionais | PIB - valores correntes [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Nov 8]. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/contas-nacionais/pib-valores-correntes.html>.

13. Abate de suínos totaliza 11,39 milhões de cabeças [Internet].2019 [acesso em 2021 Nov 8]. Disponível em: <https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/abate-de-suinos-totaliza-1139-milhoes-de-cabecas/20190815-084030-C674>.

14. OECD iLibrary | OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025 [Internet]. [acesso em 2021 Nov 10]. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2016_agr_outlook-2016-en.

15. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. [Internet].2016 [acesso em 2021 Nov 8]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/projetos>.

16. Associação Brasileira de Proteína Animal [Internet]. [acesso em 2021 Nov 8]. Disponível em: <https://abpa-br.org/exportacoes-de-carne-suina-mantem-alta-de-1153-em-2021/>.

17. Associação Brasileira de Proteína Animal. [Internet].2021 [acesso em 2021 Nov 10]. Disponível em: <https://abpa-br.org/mercados/>.

18. Ratti, Bruno. Comércio internacional e câmbio. 8 ed. São Paulo: Duaneiras, 1994.

19. Bliska, F. M. M. Impactos de alterações nas exportações brasileiras de carnes sobre a economia brasileira. [Tese]. Piracicaba: Universidade de São Paulo,1999.

20. Guimarães D, Amaral G, Maia G, Lemos M, Ito M, Custodio S. Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no brasil e no mundo e o apoio do bndes. BNDES Setorial 45; 2017.

21. Solange Schmidt - Embrapa Suínos Aves. Demandas atuais e futuras da cadeia produtiva de suínos. [acesso em 2021 Nov 8]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/CIAS++Agropensa++Demandas+atuais+e+futuras+da+cadeia+produtiva+de+su%C3%ADnos.pdf>.

22. Chatellier V. Review: International trade in animal products and the place of the European Union: main trends over the last 20 years. Anim. 2021.

23. Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2020. [Internet]. [acesso em 2021 Nov 8]. Disponível em: http://abpa-br.org/wpcontent/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf.
24. Huo N, Ji C, Ding J. Pig farmers' willingness to recover their production under COVID-19 pandemic shock in China – Empirical evidence from a farm survey. *J Integr Agric.* 2020;19; 2891-2902.
25. Mason-D'Croz D, Bogard JR, Herrero M, Robinson S, Sulser TB, Wiebe K, et al. Modelling the global economic consequences of a major African swine fever outbreak in China. *Nat Food.* 2020: 17; 1-4.
26. Zhu Z, Pu H, Yang C. The impact of COVID-19 on the pig industry and countermeasures. *I Agric Econ.* 2020: 4; 24–30.
27. Zhang H. From public health incidents to food security - Reflections on related issues caused by the new crown pneumonia epidemic. *Chin Stat Farm.* 2020: 5; 29–34.

<https://doi.org/10.53934/9786599539657-102>

Capítulo 102

ELABORAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA NÃO FERMENTADA DE BÚFALA

Helen Cristine Leimann Winter¹; Natalia Marjorie Lazon de Moraes²; Thamara Larissa de Jesus Furtado³; Daniel Oster Ritter⁴; Marilu Lanzarin⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – IFMT Campus Cuiabá Bela Vista; E-mail: leimann.helen@gmail.com, ²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – IFMT Campus Cuiabá Bela Vista; E-mail: natalia.lazon@gmail.com, ³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – IFMT Campus Cuiabá Bela Vista; E-mail: thamara.furtado@gmail.com, ⁴Docente/pesquisador do Curso de Engenharia de Alimentos – IFMT Campus Cuiabá Bela Vista. E-mail: daniel.ritter@blv.ifmt.edu.br, ⁵Docente/pesquisador do Curso de Engenharia de Alimentos – IFMT Campus Cuiabá Bela Vista. E-mail: marilu.lanzarin@blv.ifmt.edu.br.

Resumo: A alergia da proteína do leite bovino é desencadeada por uma resposta imunológica do organismo e é tratada com a exclusão desse alimento da dieta, diante dessa situação torna-se importante a elaboração de novos produtos lácteos que atendam às necessidades nutricionais desse público, sem causar malefícios à saúde. O objetivo do presente trabalho foi elaborar uma bebida láctea achocolatada de leite e soro de leite de búfala, verificar suas condições higiênico-sanitárias e seu prazo comercial. Para elaboração do produto o leite e o soro de búfala foram pasteurizados, após a homogeneização dos demais ingredientes a bebida láctea foi armazenada em garrafas plásticas sob refrigeração até o momento das análises. Foram realizadas as análises de pesquisa de *Salmonella* sp, quantificação de coliformes termotolerantes e de estafilococos coagulase positiva para verificação das condições higiênico-sanitárias e para determinação do prazo comercial foram realizadas as análises de quantificação de bactérias psicrotróficas e mesófilas, e determinação do potencial hidrogeniônico. As análises para verificação das condições higiênico-sanitárias indicaram que o produto estava apto para o consumo, já que não apresentaram desenvolvimento dos microrganismos estudados. As análises para determinação da vida de prateleira do produto indicaram o prazo de 8 dias em refrigeração armazenado em embalagem de polietileno. A média das leituras de pH variaram de 7,85 a 6,07. A bebida láctea apresentou uma ótima forma de aproveitamento do soro de leite de búfala, sendo um produto inovador de qualidade e uma nova opção de consumo para o público alérgico às proteínas do leite bovino.

Palavras-chave: aproveitamento; inovação; validade

INTRODUÇÃO

A bebida láctea é o produto lácteo resultante da mistura do leite e soro de leite, adicionado ou não de produtos ou substâncias alimentícias, gordura vegetal, leite

fermentado, fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos, em que a base láctea representa pelo menos 51% de massa por massa do total de ingredientes do produto, conforme define o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea (1).

A bebida é classificada de acordo com o tratamento térmico a que é submetido: bebidas lácteas pasteurizadas, esterilizadas, UHT ou tratadas termicamente após a fermentação. Além disso, podem ser com adição ou sem adição, fermentadas ou não fermentadas (2).

As bebidas lácteas são um produto que tornam possível o aproveitamento do soro de leite produzido na indústria de queijos, fazendo parte de um mercado promissor e sendo um produto muito apreciado no Brasil (3). O soro de leite possui compostos nitrogenados não proteicos (ureia, ácido úrico), vitaminas do complexo B, ácido lático e ácido cítrico, além de proteínas, gordura, água, lactose, sais de cálcio e minerais (4).

Os consumidores estão cada vez mais interessados em adquirir novos produtos alimentícios, especialmente os que corroboram com valores relacionados a conveniência e praticidade, qualidade e confiabilidade, saudabilidade e ética. Entre esses valores estão relacionados aspectos nutricionais e que abrangem o público alérgico e intolerante, sendo necessário realizar alterações em produtos já conhecidos para atender essas especificações (5).

A alergia de alimentos é desencadeada por uma resposta imune natural que ocorre quando barreiras imunológicas são quebradas, e sua prevalência está aumentando na última década, sendo a alergia a proteína do leite de vaca uma das mais conhecidas. Até o presente momento, o único tratamento eficaz para pacientes portadores de alergias às proteínas de leite de vaca é a dieta de exclusão que deve ser feita com atenção, pois pode resultar em efeitos colaterais importantes como à desnutrição e mau hábito alimentar (6).

Pensando em produtos que sejam opções de consumo para o público alérgico e intolerante, a utilização do leite de búfala na preparação de derivados tem sido pesquisada em diferentes regiões do mundo, destacando-se alguns tipos de queijos, iogurte e leites fermentados (7).

Além de elevados teores de gordura, o leite bubalino possui maiores percentagens de lactose e as principais proteínas presentes são: α 1-caseína, α 2-caseína, β -caseína, κ -caseína, β -lactoglobulina e α -lactoalbumina. A ausência de proteínas alergênicas no leite bubalino permite que o público alérgico às proteínas no leite bovino o substitua na dieta (8; 9).

O leite de búfala é mais concentrado do que o leite bovino, apresentando menos água e mais matéria seca. Seus valores de lipídeos, proteínas e minerais são superiores quando comparado com outras espécies, possui coloração mais branca pela ausência do betacaroteno, mas não prejudica a qualidade nutricional pois é rico em vitamina A e possui sabor mais adocicado (10).

Dessa forma o presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um produto inovador, a bebida láctea achocolatada não fermentada de leite de búfala, verificar suas condições higiênico-sanitárias e seu prazo comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração da bebida láctea foram obtidos o leite e o soro de leite de búfala com produtores da região de Cuiabá-MT e encaminhados para o laboratório de processamento do IFMT *Campus* Cuiabá Bela Vista. Foi realizada a filtragem do leite e

do soro, para retirada de qualquer sujidade presente, em seguida foi realizado o tratamento térmico, com aquecimento a 72°C por 15 segundos para inativação dos microrganismos presentes. A proporção de leite e soro de leite de búfala foi utilizada seguindo a Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005 (11). O leite, soro, açúcar e achocolatado foram homogeneizados em liquidificador industrial, em seguida foram envasados em embalagens plásticas esterilizadas e armazenados sob refrigeração até o momento das análises.

Todas as análises foram realizadas no laboratório de microbiologia de alimentos do IFMT *Campus* Cuiabá Bela Vista. Para verificar as condições higiênico-sanitárias do produto, foram realizadas as análises de pesquisa de *Salmonella* sp. e quantificação de coliformes termotolerantes, conforme determina a Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019, que estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos (11). Além disso, foi realizada a quantificação de estafilococos coagulase positiva, já que sua presença é um indicador da qualidade de alimentos. As análises foram realizadas seguindo as metodologias propostas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ISO 6579, 4831 e 6888, respectivamente (12, 13, 14).

Para determinar o prazo comercial da bebida láctea foram realizadas as análises de quantificação de bactérias heterotróficas aeróbias psicrotróficas e bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas inicialmente a cada dois dias e a partir do 7º dia foram realizadas diariamente até 14 dias de armazenamento, seguindo as metodologias propostas pela *American Public Health Association* (APHA) 13.61:2015 e 08:2015, respectivamente (15, 16).

Os resultados obtidos em todas as análises foram tabulados em planilhas e analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises realizadas para verificar as condições higiênico-sanitárias do produto indicaram que ele estava apto para o consumo já que houve ausência de *Salmonella* sp. em 25mL, não houve contagens de coliformes termotolerantes seguindo os padrões determinados pela Instrução Normativa nº 60 de 2019 (11). Não foi verificada a presença de estafilococos coagulase positiva.

A *Salmonella* spp. é uma bactéria entérica amplamente distribuída na natureza, sendo o homem e animais de diversas espécies, seus principais reservatórios naturais. A ingestão de um alimento contaminado pode causar desde sintomas mais brandos até o óbito, dependendo do sorotipo envolvido, por esse motivo deve ser ausente nos alimentos comercializados, indicando controle de boas práticas de fabricação e também da qualidade da matéria-prima (17). A bebida láctea elaborada apresentou ausência de *Salmonella* spp. seguindo o padrão determinado pela Legislação vigente (11).

Os coliformes termotolerantes correspondem aos coliformes totais que apresentam a capacidade de continuar fermentando a lactose com produção de gás, em temperaturas de 44,5 a 45,5°C. São naturalmente encontrados no trato intestinal do homem, na água e no solo. Sua pesquisa é utilizada na avaliação de condições higiênico-sanitárias deficientes durante o manuseio, produção e preparo de alimentos (18). A IN 60 de 23 de dezembro de 2019, determina uma contagem máxima de 0,48 log UFC/mL de coliformes termotolerantes para bebida láctea, como não houve desenvolvimento de unidades formadoras de colônias o produto se apresentou apto para o consumo (11).

Estafilococos coagulase positiva é uma bactéria responsável por surtos de intoxicação de origem alimentar e está largamente distribuída na natureza, sendo transmitida aos alimentos por manipuladores ou por animais, principalmente mamíferos (19). A intoxicação alimentar provocada por este microrganismo é devido à ingestão de enterotoxinas produzidas e liberadas pela bactéria durante sua multiplicação no alimento e representando um risco para saúde pública. A enterotoxina estafilocócica é termoestável e está presente no alimento mesmo após o cozimento, possibilitando desta forma, a instalação de um quadro de intoxicação de origem alimentar (20). A Legislação vigente atual (11) não apresenta padrões para presença de estafilococos, entretanto sua ausência em alimentos, em especial derivados lácteos, indica matéria-prima e elaboração adequados do produto.

A contagem de bactérias heterotróficas aeróbias psicrotróficas variou de 0 a 6,67 log UFC/mL durante o período de armazenamento, conforme a Figura 1 abaixo apresenta.

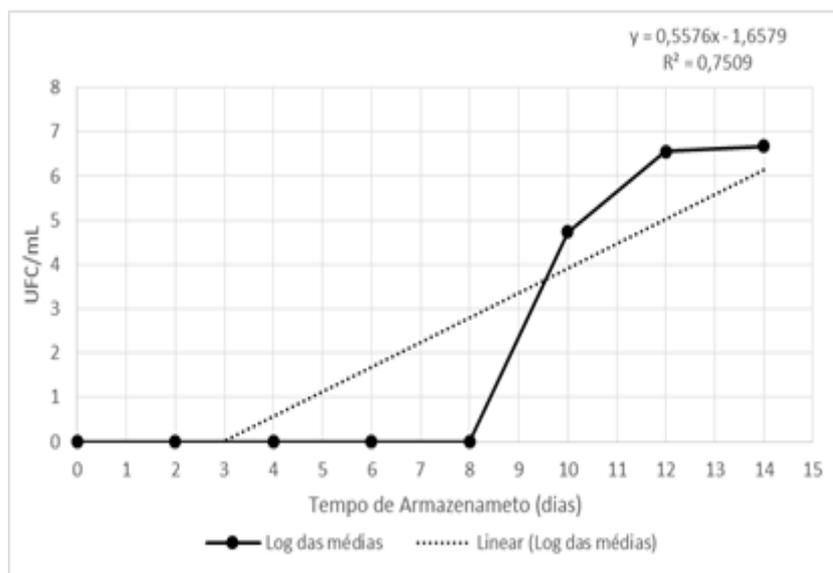


Figura 1 - Gráfico de dispersão com o desenvolvimento das bactérias psicrotróficas em log UFC/mL durante o período de armazenamento

As bactérias heterotróficas aeróbias psicrotróficas não apresentam padrões na legislação atual, entretanto esses microrganismos podem ser importantes indicadores da qualidade de alimentos, já que são responsáveis por produzirem enzimas proteolíticas e lipídicas termorresistentes responsáveis pelo comprometimento da vida de prateleira dos produtos (21).

A quantificação das bactérias psicrotróficas variou de 0 a 6,67 log UFC/mL, na Figura 1 é possível observar que o desenvolvimento teve início a partir do 10º dia de estocagem e então aumentou até o último dia analisado. A ausência do desenvolvimento de unidades formadoras de colônias nos primeiros dias de armazenamento se deve ao tratamento térmico que elimina a maior parte dos microrganismos psicrotróficos, entretanto algumas espécies podem sobreviver e crescer durante a refrigeração, como foi observado (22).

A Instrução Normativa nº 60 de 2019 não determina parâmetros para presença bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, entretanto a contagem fornece informações gerais das condições do produto durante o armazenamento.

A contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas variou de 3,14 a 8,84 log UFC/mL durante os 14 dias analisados. A Figura 2 apresenta o desenvolvimento das bactérias mesófilas.

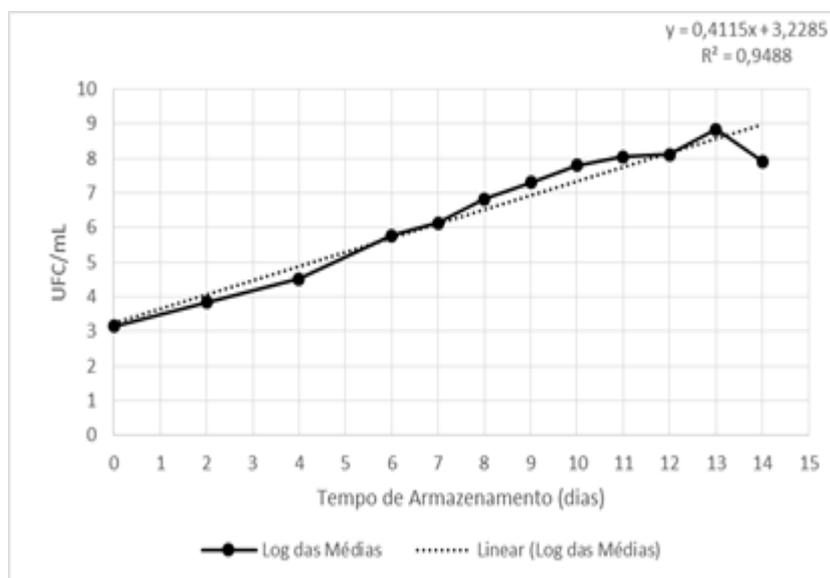


Figura 2 - Gráfico de dispersão com o desenvolvimento das bactérias mesófilas em log UFC/mL durante o período de armazenamento.

No primeiro dia de armazenamento a amostra apresentou uma contagem de 3,14 log UFC/mL e nos demais dias é possível verificar um aumento gradual de bactérias mesófilas, conforme a Figura 2 apresenta. No dia 13 de armazenamento houve o pico de unidades formadoras de colônias com contagem de 8,84 log UFC/mL seguido por uma queda no último dia de armazenamento, com contagem de 7,91 log UFC/mL. Esse comportamento ocorre, pois, com o aumento da multiplicação microbiana as condições do meio são alteradas e dificultam o desenvolvimento de novas unidades formadoras de colônias, verificado pela redução na contagem bacteriana (22).

A Comissão Internacional de Especificações Microbiológicas em Alimentos (23) afirma que contagens de até 7 log UFC/mL de bactérias psicrotóficas ou mesófilas o alimento ainda pode ser considerado apto para o consumo. Levando em consideração esse limite a bebida láctea elaborada possui uma vida de prateleira de 8 dias, já que após esse período foi observada uma contagem de bactérias mesófilas superior ao estabelecido.

CONCLUSÕES

A bebida láctea elaborada atendeu aos aspectos higiênico-sanitários da legislação vigente. Considerando as contagens obtidas a bebida láctea achocolatada de búfala possui um prazo comercial de 8 dias em embalagem plástica sob refrigeração, sendo considerado um produto apto para o consumo e uma excelente forma de aproveitamento do soro de leite de búfala.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o Regulamento técnico de identificação e qualidade de bebidas lácteas. Diário Oficial da União. Seção I, 23 de agosto, 2005.
2. PEREIRA GNO. Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea não fermentada adicionada de concentrada proteico de soro de leite (WPC) e sucralose [trabalho de conclusão de curso]. Garanhuns: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2019.
3. PFLANZER SB, CRUZ AG, HATANAKA CL, MAMEDE PL, CADENA R, FARIA J AF, SILVA MAAP. Perfil sensorial e aceitação de bebida láctea achocolatada. Cien e Tec de Alim. 2010; 30:391-398.
4. SILVA JD. Bebida láctea elaborada a partir do soro do leite de búfala: revisão integrativa [trabalho de conclusão de curso]. Vitória de Santo Antão: Universidade Federal de Pernambuco; 2019.
5. GOULART GS, LUCCHESI-CHEUNG T. alimentos inovadores: comportamentos neofóbicos e desafios para as indústrias do setor. Gest. Prod. 2014; 3: 491-502.
6. ROCHA FILHO W, SCALCO MF, PINTO JA. Alergia à proteína do leite de vaca. Rev Med. 2014; 24.
7. OLIVEIRA MN, DAMIN MR. Efeito do teor de sólidos e da concentração de sacarose na acidificação, firmeza e viabilidade de bactérias do iogurte e probióticas em leite fermentado. Cien Tecn Alim. 2003; 23:172- 176.
8. BASSAN JC. Caracterização do soro de leite de búfala: identificação das proteínas e produção de hidrolisados com médio e alto grau de hidrólise [dissertação]. Araraquara: Universidade Estadual Paulista; 2012.
9. HAMMES MV. Estudo da influência da adição de lecitina de soja na molhabilidade do leite de búfala em pó obtido por *spray-drying* [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2013.
10. FIGUEIREDO EL., LOURENÇO JUNIOR JB, TORO MJU. Caracterização físico-química e microbiológica do leite de búfala “in natura” produzido no estado do Pará. Rev Bras de Tec Agr. 2010; 1.
11. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as Listas de Padrões Microbiológicos para Alimentos, Diário Oficial da União. Brasília - DF. 2019.

12. Associação brasileira de normas técnicas. NBR ISO 6579: Microbiologia de alimentos para consumo e animal – Método horizontal para a detecção de *Salmonella* spp. 1 ed. 2014.
13. Associação brasileira de normas técnicas. NBR ISO 4831: Microbiologia de alimentos para consumo e animal – Método horizontal para a detecção e enumeração de coliformes. 1 ed. 2012.
14. Associação brasileira de normas técnicas. NBR ISO 6888-1: Microbiologia de alimentos para consumo e animal – Método horizontal para a enumeração de estafilococos coagulase positiva. 1 ed. 2019.
15. APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – SMEWW. Plate count method 13.61 for aerobic psychrotrophic bacterian in foods American Public Health Association – APHA, 21th ed., Washington – USA, 2015.
16. APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – SMEWW. Plate count method 08 for aerobic mesophiles bacterian in foods American Public Health Association – APHA, 21th ed., Washington – USA, 2015.
17. SHINOHARA NKS, BARROS VB, JIMENEZ SMC, MACHADO ECL, DUTRA RAF, LIMA FILHO JL. *Salmonella* spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. Rev Ciên e Saúde Col. 2008; 13:1675-1683.
18. MACEDO VF, ZANARDO JG, LOPES RPC, MENDONÇA HFMS, RAYMUNDO NLS, MORAES R. Prevalência de Coliformes e *Staphylococcus aureus* em mãos de manipuladores de alimentos de feira livre de Vitória, ES. Rev Salus Journal Of Health Sciences. 2:27 – 38.
19. FEITOSA AC, RODRIGUES RM, TORRES EAT, SILVA JFM. *Staphylococcus aureus* em alimentos. Rev Desafios. 2017; 4:15-31.
20. CUNHA NETO A, SILVA CGM, STAMFORD TLM. *Staphylococcus* enterotoxigênicos em alimentos *in natura* e processados no estado de Pernambuco, Brasil. Rev. Cien. Tec. Alimen. 2002; 22.
21. FORSYTHE SJ. Microbiologia da segurança alimentar. Porto Alegre: Artmed; 2002.
22. AZEREDO HMC. Fundamentos de Estabilidade em Alimentos. 2ª ed. Brasília: Embrapa; 2012.
23. ICMSF, International Commission on Microbiological Specifications for Foods 1986. Recommended microbiological limits for seafoods.

Capítulo 103

DIAGNÓSTICO BIOCLIMÁTICO PARA PRODUÇÃO DE MELÃO NO MUNICÍPIO DE PATOS – PB

Ricardo de Sousa Silva¹; Dermeval Araújo Furtado² Lucimere Maria da Silva Xavier³ Nágela Maria Henrique Mascarenhas⁴ Maria Geovânia Dias da Silva⁵ Vitor da Silva Rodrigues⁶ Aíla Rosa Ferreira Batista⁷

¹Mestrando em Engenharia Agrícola, PPGE, UFCG, 2822ricardo@gmail.com

²Dr. em Recursos Naturais, Prof. Titular CTRN, UFCG, araujodermeval@gmail.com

³Mestranda em agronomia, PPGA, UFPB, lucimerexavier@gmail.com

⁴Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGE, UFCG, eng.nagelamaria@gmail.com

⁵Graduanda em Agronomia, CCTA, UFCG, geovaniadias94@gmail.com

⁶Graduando em Agronomia, CCTA, UFCG, vitor.ufcg.123@gmail.com

⁷Mestranda em agronomia, PPGA, UFPB, batistaaila8@gmail.com

Resumo: As condições ambientais que possibilitam o cultivo do meloeiro estão relacionadas, sobretudo, aos fatores climáticos, tais como temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar e características do solo e, a junção dessas condições pode favorecer ao meloeiro aumentar a produtividade de frutos e qualidade comercial. A pesquisa teve como objetivo avaliar as condições climatológicas e verificar a viabilidade da produção de melão cantaloupe no município de Patos, região semiárida paraibana. Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período de 2000 a 2020, sendo os elementos meteorológicos avaliados às temperaturas máximas, médias e mínimas e umidade relativa do ar, confrontando-se os dados obtidos com os dados ideais para a produção do melão. Instalações para seu cultivo. Constatou-se que no município de Patos apresenta durante o ano temperaturas máximas acima das exigidas pelo melão em todas as fases produtivas, sendo que temperaturas acima de 35 °C, como ocorre nos meses de outubro a janeiro.

Palavras-chave: Agrometeorologia; *Cucumis melo L.*; Produção

INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo L.*) pertence à família das *Curcubitáceas* e ao grupo *Cantalupensis*, é uma olerícola apreciada e de grande popularidade no mundo, sendo uma das frutas frescas mais exportadas pelo Brasil (1), sendo que no ano de 2020, foi exportada pelo país aproximadamente 235.000 t de frutos, sendo o Ceará e o Rio Grande do Norte os maiores estados exportadores (2). A importância econômica da cultura tem estimulado a intensificação das pesquisas sobre fisiologia, bioquímica (3), e conservação pós colheita dos frutos (4; 5).

A condições ambientais que possibilitam o cultivo do meloeiro estão relacionadas, sobretudo, aos fatores climáticos, tais como temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar e características do solo (6) e, a junção dessas condições pode favorecer ao meloeiro aumentar a produtividade de frutos e qualidade comercial. Na região semiárida brasileira a ocorrência de chuvas, que ocorrem durante três meses do ano, pode levar a baixa incidência de doenças e, com isso, a melhor qualidade dos frutos (6), sendo que os processos bioquímicos que acontecem no vegetal necessitam de temperaturas ideais.

A produção do meloeiro é concentrada em regiões de clima quente como na região nordeste, pois o seu cultivo em regiões de clima frio é afetado por baixas temperaturas, necessitando temperaturas superiores a 20°C para que aconteça o seu desenvolvimento, aumento da produtividade e da qualidade do fruto. O desenvolvimento do meloeiro é paralisado quando a temperatura do ar é inferior a 13°C. (7).

Nesse contexto a presente pesquisa tem como objetivo desenvolver um estudo climatológico do município de Patos, região do semiárido paraibano, com o intuito de verificar a viabilidade da produção de melão cantaloupe, a ser realizado um diagnóstico bioclimático para a cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Patos, no estado da Paraíba (7°1'32''S; 37°16'40''O e 221 m de altitude). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como tropical de estações seca, com características climáticas quente e úmido, com temperatura máxima anual de 34,1 °C, mínima de 22°C e pluviosidade média anual de 764mm.

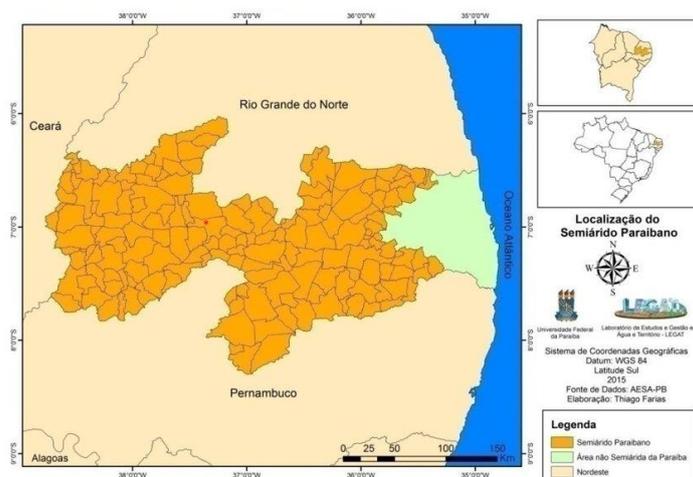


Figura 1: Mapa representativo dos municípios do semiárido paraibano (* - Localização do município de Patos).

Fonte: UFPB

Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (8), sendo os elementos meteorológicos avaliados às temperaturas máximas (T_{máx}), temperaturas médias (T_{med}) e temperaturas mínimas (T_{mín}) e umidade relativa do ar (UR), no período de 2000 a 2020. A partir daí, foi desenvolvido o diagnóstico bioclimático, em que foram comparados os dados climatológicos obtidos (Tabela 1) e confrontado com os dados ideais para a produção de melão. Para comparar as exigências do melão com os parâmetros climáticos das microrregiões, foi adotada a seguinte simbologia: I – Inferiores aos exigidos C – Confortáveis aos exigidos S – Superiores aos exigidos pela cultura, respectivamente.

Tabela 1 – Valores de temperatura (máxima, média e mínima), umidade relativa do ar para o município de Patos (2000 a 2020).

Meses	Máxima	Média	Mínima	UR %
Janeiro	35,13	28,46	22,72	59,22
Fevereiro	34,34	27,83	22,54	64,88
Março	34,07	27,57	22,30	68,35
Abril	33,55	27,31	22,28	70,31
Mai	33,44	27,23	21,95	64,03
Junho	32,40	26,45	21,48	64,08
Julho	32,55	26,22	20,90	58,81
Agosto	33,63	26,73	20,76	53,46
Setembro	34,93	27,70	21,40	51,25
Outubro	36,06	28,60	21,94	48,91
Novembro	36,54	29,14	22,28	48,98
Dezembro	36,08	29,14	22,63	51,86

Fonte: autor

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na cultura do melão, os fatores climáticos demonstram influência determinante nos processos fisiológicos que são encarregados pela produtividade e crescimento das plantas, causas como alta luminosidade, temperatura, baixa pluviosidade e baixa umidade relativa mostra se como condição decisiva para ter sucesso na produção (9), tendo como principal a temperatura, tanto do ar quanto do solo, que e de grande importância desde a germinação das sementes até a qualidade final do fruto, sendo a faixa ótima de 20 a 30° C.

Constatou-se que o Município de Patos apresenta durante o ano temperaturas máximas (Tabela 2) acima das exigidos pelo melão em todas as fases produtivas. Onde Diversos estudos sugerem que o aumento da temperatura provoca efeitos negativos no crescimento e desenvolvimento das plantas, a germinação e a viabilidade dos grãos de pólen podem ser alteradas, prejudicando floração e a frutificação e o pegamento dos frutos estimulam a formação de flores masculinas. As temperaturas médias para germinação ficaram dentro da ideal nos meses de setembro a janeiro e abaixo do ideal nos outros meses.

Tabela 2 – Diagnóstico bioclimático para o município de Patos -PB, para o cultivo de melão.

Meses	Germinação	Desenvolvimento	Floração
Janeiro	<i>SciI</i>	<i>SciI</i>	<i>SicI</i>
Fevereiro	<i>SiI</i>	<i>SciI</i>	<i>SicC</i>
Março	<i>SiC</i>	<i>SciC</i>	<i>SicC</i>
Abril	<i>SiC</i>	<i>SciC</i>	<i>SicS</i>
Maio	<i>SiI</i>	<i>SciI</i>	<i>SicC</i>
Junho	<i>SiI</i>	<i>SciI</i>	<i>SicC</i>
Julho	<i>SiI</i>	<i>SciI</i>	<i>SicI</i>
Agosto	<i>SiI</i>	<i>SciI</i>	<i>SicI</i>
Setembro	<i>SciI</i>	<i>SciI</i>	<i>SicI</i>
Outubro	<i>SciI</i>	<i>ScciI</i>	<i>SicI</i>
Novembro	<i>SciI</i>	<i>SciI</i>	<i>SicI</i>
Dezembro	<i>SciI</i>	<i>SciI</i>	<i>SicI</i>

Fonte: autor

A primeira letra maiúscula refere-se à situação térmica para $T_{máx}$; a letra minúscula subsequente refere-se à situação térmica para T_{med} ; à letra minúscula itálica refere-se à situação térmica para T_{min} ; à letra maiúscula após a letra itálica ,refere-se à umidade relativa do ar.

Os meses de março e abril são confortáveis aos exigidos pelo melão no desenvolvimento inicial da planta, a umidade deve estar entre 65% e 75% (10), e nos outros meses ficou abaixo da ideal, com isso, existe a necessidade de adoção de meios artificiais para proporcionar o ambiente mais próximo do ideal para o melão, como uso

de Mulching sendo uma das alternativas que possibilita modificar a distribuição da matéria seca da planta e permitir uma melhor oferta de foto-assimilados para o desenvolvimento e posterior adoçamento dos frutos, e também aumenta o microclima do solo por alterar o saldo da radiação na superfície, dificultando assim a evaporação da água, reduzindo as irrigações e incidências de doenças foliares (11).

Já na floração os meses fevereiro a junho apresentam umidade relativa do ar dentro da zona confortável exigidas pelo melão, que deve estar 60% e 70%. A alta umidade do ar possibilita o desenvolvimento de frutos de baixa qualidade e proporciona um ambiente favorável à instalação de doenças na cultura. Os melões que são produzidos nessas circunstâncias são pequenos e de sabor inferior, e frequentemente com baixo teor de açúcares, em decorrência de doenças fúngicas que ocasiona a queda de folhas.

CONCLUSÕES

As condições climáticas averiguadas no município de Patos– PB, observou que a mesma não possui condições adequada para a produção de melão em campo, necessitando de investimentos construtivos que promova um microclima em níveis ideais a produção do mesmo.

REFERÊNCIAS

1. NASCIMENTO NETO, J. R. Formas de aplicação e doses de nitrogênio e potássio no cultivo de meloeiro amarelo. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, UFC; 2011.
2. SECEX- Secretaria de Comércio Exterior. [Internet]. 2020. [acesso em 2020 dez 17]. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior>
3. MOING, A. AHARONI, A. BIAIS, B. Extensive metabolic cross-talk in melon fruit revealed by spatial and developmental combinatorial metabolomics. *New Phytologist*. 2010;10: 1469-1475.
4. SENHOR, R.F; et al. Armazenamento refrigerado de melão Amarelo híbrido Frevo cultivado no período chuvoso. *Revista Caatinga*, Mossoró. 2008;21; 245-253.
5. TOMAZ, H.V.Q. et al. 2009. Qualidade pós-colheita de diferentes híbridos de melão Amarelo armazenados sob refrigeração. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal. 2009;31; .987-994.

6. COSTA, N. D. O cultivo do melão. Hortibrasil.. [Internet]. 2005 [acesso em 2020 dez 15]. Disponível em: <http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTY5Nw==>
7. LIMA, E.M.C. et al. Crescimento e produção de melão cultivado em ambiente protegido e irrigado por gotejamento. Irriga, Botucatu, 2009;14. 449-457.
8. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. [Internet]. 2020 [acesso em 2020 dez 22]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>
9. MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C.C.; CÂMARA NETO, F. G.; ALMEIDA, A. H. B.; SOUZA, J.S.; NEGREIROS, M. Z.; SOARES, S. P. F. Crescimento e produção do melão cultivado sob cobertura de solo e diferentes frequências de irrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2006;10: 792-797.
10. SOUZA, A.E.C., Rendimento da produção do meloeiro submetido a diferentes níveis de água e adubação potássica, Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental. 2004;8;8- 12.
11. LAMBERT, R. A.; BARRO, L. S.; CARMO, K. S. G.; OLIVEIRA, A. M. S. BORGES, A. A. Mulching é uma opção para o aumento de produtividade da melancia. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS. 2017;4;53-57.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-104>

Capítulo 104

EXTRATO DE CAMU-CAMU RICO EM BIOATIVOS: UM ESTUDO DE SUA ADIÇÃO EM SORVETE

Bianca Pazinato¹; Jéssica Mayuri Omae²; Tayane Siqueira Garcia Alves³; Letícia Misturini Rodrigues⁴, Grasielle Scaramal Madrona⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - DAL – UEM; E-mail: pazinatobianca@gmail.com,

²Estudante do Mestrado em Engenharia de Alimentos - DAL – UEM; E-mail: mayurii.omaie@gmail.com

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - DAL – UEM; E-mail: tayane_siqueira7@hotmail.com

⁴Doutora em Ciência de Alimentos - PPC – UEM; E-mail: leticia.misturini91@gmail.com ⁵Grasielle Scaramal Madrona do Depto de Engenharia de alimentos – DAL – UEM. E-mail: gsmadrona@uem.br.

Resumo: O camu-camu é uma fonte de antioxidante e é encontrada na região da Amazônia. Estudos têm demonstrado a importância do consumo de alimentos que contenham antioxidantes devido aos benefícios que eles oferecem à saúde humana. Assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar um sorvete com a adição de extrato rico em compostos bioativos de camu-camu e avaliar suas características físico-químicas e reológicas. Duas formulações foram preparadas: (1) padrão e (2) sorvete com camu-camu. Ambas diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) para os parâmetros a^* e b^* . As duas formulações de sorvete apresentaram o mesmo conteúdo de Teor de sólidos solúveis (TSS), acidez, proteínas e cinzas, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) no pH. Ainda destaca-se que o sorvete com camu-camu apresentou maior teor de gordura e umidade e ainda se mostrou mais firme e consistente ($p \leq 0,05$) quando comparado ao padrão. Portanto, foi possível produzir um sorvete com a aplicação de compostos bioativos de camu-camu com características físico-químicas e reológicas similares ao sorvete de receita padrão.

Palavras-chave: compostos bioativos; camu-camu; sorvete

INTRODUÇÃO

Camu-camu (*Myrciaria dubia* McVaugh) é uma fruta de cor avermelhada, que também pertence à família das *Myrtaceae*, encontrada tipicamente na região da Amazônia (Padilha et al., 2018 (1)). Esta fruta é uma fonte importante de antioxidante, por apresentar altos teores de vitamina C e também quantidades elevadas de compostos fenólicos, tornando-o um alimento funcional (Akter et al., 2011(2)).

De acordo com Pereira (2012) (3), é de extrema importância ingerir alimentos que contenham composto antioxidantes, pois o sistema de defesa humano é incompleto com relação a esses compostos. Alguns estudos demonstraram que o consumo elevado de frutas e vegetais apresentaram efeito protetor e tem relação com a redução de algumas doenças como câncer e efeitos positivos em doenças cardiovasculares, obesidade, diabetes e catarata por inclusão desses alimentos que oferecem alguns metabolitos como carotenóides e compostos fenólicos (Neves et al, 2015 (4)).

Ao que se sabe este é o primeiro estudo sobre a adição de extrato concentrado de camu-camu em sorvetes, cita-se que tal fato justificar a importância bem como o fator de inovação do presente trabalho. O fruto do camu-camu apresenta elevada acidez e baixo pH (Neves et al, 2015 (4)), sendo esses fatores limitantes para o consumo *in natura*, assim uma forma de agregar valor a este produto seria mediante o processamento de um extrato para posterior aplicação em doces, licores, geleias ou sorvetes.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a aplicação de extrato de camu-camu em sorvete e suas implicações nas características físico-químicas e reológicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Elaboração dos sorvetes

Para elaboração do sorvete padrão, foi misturado 1 L de leite a 10 g de liga neutra, 250 g de açúcar, 30 g de gordura vegetal, 1 g de liga neutra industrial e 5 g de saborizante de coco. Posteriormente, os ingredientes foram batidos na batedeira por 7 minutos e conservados na geladeira por 24 horas. Após a calda foi batida novamente na batedeira e adicionado 10g de emustab e contabilizado 7 minutos até que o sorvete garantisse a consistência desejada. Após, foi inserido em um recipiente plástico e mantido sob congelamento. A formulação do sorvete de compostos bioativos diferiu apenas na adição de 5 % do extrato de camu-camu, produzido segundo Rodrigues et al (2020) (5).

Caracterização dos sorvetes

As determinações de cor foram realizadas em um colorímetro portátil Minolta® CR400, com esfera de integração e ângulo de visão de 30°, isto é, iluminação d / 3 e iluminador D65. O sistema utilizado foi CIEL * a * b *. Luminosidade (L*), intensidade de cor vermelha (a*) e intensidade de amarelo (b*).

As análises de pH e acidez titulável foram realizadas através dos procedimentos propostos por AOAC (2004) (6). Sendo o teor de sólidos solúveis determinado em refratômetro digital.

Os parâmetros de textura (firmeza, consistência, coesividade e índice de viscosidade) foram determinados em texturômetro TAXT Plus (Stable Microsystems®). Os sorvetes, em embalagens plásticas, foram comprimidos com probe cilíndrico de 3cm de diâmetro (P 36R), a velocidades de pré-teste 1mm/s e de teste de 3mm/s, velocidade pós-teste de 10mm/s, distância de 5mm e trigger de 50g.

As análises de composição foram realizadas conforme os procedimentos propostos por AOAC (2004) (6). Sendo umidade em estufa a 105 °C até peso constante, cinzas por incineração a 550 °C, lipídios pelo método de *bligh dyer* e proteínas pelo método de Kjeldahl e carboidratos por diferença.

Análise estatística

Os resultados foram organizados e avaliados por ANOVA e teste de Tukey (p<0,05) por meio do programa estatístico Sisvar 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a fabricação dos sorvetes, ambos foram submetidos às análises físico-químicas, de cor, textura e de composição. Os resultados obtidos na análise de cor estão apresentados na tabela 1.

Tabela 18 – Resultado da análise de cor

Sorvete	COR		
	L*	a*	b*
Padrão	78,260 ^a ± 0,985	-3,440 ^a ± 0,329	4,643 ^a ± 0,295
Camu-camu	76,563 ^a ± 0,970	-0,290 ^b ± 0,035	4,733 ^b ± 0,092

Fonte: Autoria própria (2021)

O parâmetro L* na colorimetria é representado pela luminosidade da amostra, quanto maior o valor mais claro e quanto menor o valor, mais escuro. Assim, nota-se que o sorvete de camu-camu não apresentou diferença significativa em relação ao sorvete controle. O croma a* varia do valor negativo para o positivo, indicando as colorações verde e vermelho, respectivamente. A amostra com camu-camu tinha coloração mais avermelhada quando comparada ao padrão. Por fim, o croma b* indica a variação da coloração azul para amarela, valor negativo para o positivo, respectivamente. Visto isso, ambos sorvetes eram levemente amarelados.

CAMPOS, et al. (7) elaboraram sorvetes com a aplicação da mucilagem da chia como emulsificante. Obtendo um ângulo hue da mucilagem da chia de 80,56, possuindo coloração amarelada em relação ao sorvete padrão. Concluindo que a adição da extração modificou significativamente na cor do sorvete.

Os resultados das análises físico químicas e de composição centesimal estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Características físico químicas dos sorvetes

Análise/Amostra	Padrão	Camu-camu
Acidez titulável (ácido láctico)	1,230 ^a ± 0,048	1,271 ^a ± 0,067
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	28,800 ^a ± 1,053	30,133 ^a ± 0,643
pH	6,840 ^a ± 0,017	6,740 ^b ± 0,010
Umidade (g/ 100 g)	72,695 ^a ± 3,226	72,510 ^b ± 0,213
Cinzas (g/ 100 g)	0,543 ^a ± 0,012	0,504 ^a ± 0,022
Proteína (g/ 100 g)	2,147 ^a ± 0,574	2,457 ^a ± 0,219
Lipídeos (g/ 100 g)	4,458 ^a ± 0,244	3,847 ^b ± 0,225
Carboidrato (g/ 100 g)	20,157 ^a ± 3,312	20,682 ^b ± 0,554

Fonte: autoria própria (2021)

Não houve diferença significativa entre os sorvetes controle e de camu-camu, para a acidez titulável, ainda que o camu-camu apresente elevada acidez. E teor de sólidos solúveis (TSS) também não apresentou diferença significativa. Apenas o pH diferiu sendo maior ($p \leq 0,05$) para o sorvete padrão, o que já era esperado e é um bom resultado visto que o camu-camu apresenta baixo pH e é um de seus limitantes para consumo.

Nota-se que o sorvete controle possuía o conteúdo de gorduras maior, o que pode afetar sensorialmente na sensação de gelado e cremosidade do sorvete e a umidade de ambos sorvetes apresentou diferença, considerando um intervalo de confiança ($p \leq 0,05$). Essa diferença na umidade pode ser justificada pela maior quantidade de gordura na formulação padrão, que pode ter retido maior quantidade de água. Para as demais análises (cinzas e proteínas) ambas as amostras de sorvete não apresentaram diferença significativa.

Análise de textura

Para a análise de textura, os sorvetes apresentaram diferença significativa entre si, para todos os parâmetros, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Análise de textura

Análise/Amostra	Padrão	Camu-camu
Firmeza	2490,16 ^a ± 891,84	5333,01 ^b ± 1425,84
Consistência	5832,91 ^a ± 2425,12	12627,14 ^b ± 3936,81
Coesividade	-447,68 ^a ± 190,68	-632,24 ^b ± 194,49
Viscosidade	-44,94 ^a ± 18,75	-59,75 ^b ± 17,81

Fonte: autoria própria (2021)

O sorvete de camu-camu era mais firme e consistente do que o sorvete controle. Enquanto o sorvete padrão se apresentou mais coeso e viscoso em relação ao de camu-camu.

PAZINATO et al. (2021) (8), analisaram os parâmetros de textura de sorvetes, para as formulações convencional e para a formulação com aplicação de mucilagem de figo da índia como substituto de gordura e observaram que o sorvete padrão era menos viscoso, consistente e firme em relação ao sorvete com aplicação de mucilagem. Enquanto o sorvete com mucilagem era menos coeso

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que é possível produzir um sorvete com a aplicação de compostos bioativos de camu-camu com características físico-químicas e reológicas similares ao sorvete de receita padrão. Destaca-se ainda que outros parâmetros como aceitação sensorial e perfil de antioxidantes devem ser avaliados.

REFERÊNCIAS

1. Padilha, C. E. De A.; Dantas, P. V. F.; Nogueira, C. Da C.; Leitão, A. L. De S.; Almeida, H. N.; Souza, D. F. De S.; et al. Enhancing the recovery and concentration of polyphenols from camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. McVaugh) by aqueous two-phase flotation and scale-up process. *Separation Science And Technology*, [S.L.]. 2018;53: 2126-2135.
2. Akter, Mst. S.; OH, S.; Eun, J.-B.; Ahmed, M. Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*myrciaria dubia*) fruit: a review. *Food Research International*, [S.L.], 2011;44:1728-1732.
3. Pereira, M. C.; Steffens, R. S.; Jablonski, A; Hertz, P. F.; Rios, A. de O.; Vizzotto, M.; et al. Characterization and Antioxidant Potential of Brazilian Fruits from the Myrtaceae Family. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, [S.L.], 2012;60:3061-3067.
4. Neves, L. C.; Silva, V. X. Da; Pontis, J. A.; Flach, A.; Ruffo, S. R. Bioactive compounds and antioxidant activity in pre-harvest camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] fruits. *Scientia Horticulturae*. 2015;186:223-229.

5. Rodrigues L. M.; Romanini E. B.; Silva E.; Pilau, E. J.; da Costa, S. C.; Madrona, G. S. Camucamu bioactive compounds extraction by ecofriendly sequential processes (ultrasound assisted extraction and reverse osmosis), *Ultrasonics Sonochemistry*. Journal Pre-proofs, 2020; [acesso em 13 Nov 2021]. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417719320267?via%3Dihub>.
6. AOAC- Association Of Official Analytical Chemists. Official International. 20 ed., Airlingtonn, 2004.
7. Campos, B. E.; Ruivo, T. D.; Madrona, G. S.; Bergamasco, R. de C. Extração da mucilagem da chia e uso em sorvete como emulsificante. In: XX Simpósio nacional de bioprocessos XI Simpósio de hidrólise enzimática de biomassa, Fortaleza; 2015.
8. Pazinato, B.; Januário, J. G. B.; Paraíso, C. M.; Madrona, G. S. Aplicação de mucilagem de figo da índia (*Opuntia ficus indica*) em sorvete. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, [S.L.], 2021;11:715-719.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-105>

Capítulo 105

ELABORAÇÃO DE EMPANADO DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Yuri Montenegro Ishihara¹; Ana Talita Nogueira Pascoal²; Matheus Alves Ferreira²; Emília Carmem da Silva³

¹Docente/pesquisadora do Depto de Engenharia de Alimentos - CT - UFPB. E-mail: yuriufpb@gmail.com, ²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CT - UFPB. E-mail: anatalita12390@gmail.com, ²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CT - UFPB. E-mail: mas22702@gmail.com, ³Estudante do Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos - UESB. Email: emythamara@gmail.com.

Resumo: O pescado é uma importante fonte de proteína na alimentação humana, de fácil digestibilidade e baixa teor de gordura. A tilápia é um pescado de ampla oferta e demanda e pode ser consumida de diferentes formas. Também é utilizada como matéria-prima para a obtenção de subprodutos, como o kani-kama e o surimi. O trabalho teve como objetivo elaborar um produto empanado, tipo “nugget”, utilizando surimi de tilápia. A carne de tilápia, o surimi e os empanados foram analisados quanto aos parâmetros de umidade, lipídios, cinzas, proteínas, pH e atividade de água (Aa), a fim de obter a sua caracterização físico-química e seus resultados foram comparados com a legislação brasileira. Foram realizadas também as análises microbiológicas de Coliformes Totais e Termotolerantes, contagem de *Staphylococcus aureus*, pesquisa de *Salmonella* e *Clostridium* sulfito redutores. A matéria-prima (tilápia), o surimi e os empanados, apresentaram, respectivamente, 76,68%, 77,15% e 55,15% de umidade; 0,66%, 1,62% e 2,52% de cinzas; 10,29%, 4,74% e 18,0% de lipídios; 14,62%, 11,31% e 11,69% de proteína; 142,11 Kcal/100g, 108,6, Kcal/100g e 259,31 Kcal/100g de valor calórico; 0,96, 0,96 e 0,96 de Aa; e, 7,36, 7,83 e 6,22 de pH, respectivamente. Os resultados obtidos para as análises microbiológicas ficaram abaixo dos padrões limites estabelecidos pela legislação brasileira. Assim, verifica-se a viabilidade de produção do produto empanado como uma alternativa para incrementar o consumo de pescado através da ingestão de um alimento nutritivo, prático, saboroso e de baixo valor comercial. Sugere-se a continuidade dos estudos quanto à definição de vida útil e realização de análise sensorial.

Palavras-chave: pescado; surimi; tilápia

INTRODUÇÃO

O pescado é uma das mais importantes fontes de proteína na alimentação humana, de fácil digestibilidade, baixa taxa de gordura, além de apresentar um elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados do tipo ômega-3 eicosapentaenoico (EPA) e docosaenoico (DHA). O consumo desses lipídios é associado à redução do risco de

doenças cardiovasculares e a funções importantes nas fases iniciais do desenvolvimento humano (1).

Entre 1961 e 2016, o crescimento do consumo de pescado em todo o mundo foi de 3,2% e superou o crescimento populacional (1,6%). Nos últimos anos o consumo *per capita* de pescado vem crescendo substancialmente, porém a carne de pescado ainda representa apenas 5% do total de carnes consumidas no Brasil (2). Esse baixo índice de consumo pode ter relação com os hábitos alimentares dos consumidores, a dificuldade de encontrar no mercado produtos variados e de fácil preparo e a condição socioeconômica do consumidor aliado ao custo do produto (3).

O Brasil apresenta um forte potencial para o desenvolvimento de novos produtos de pescado que possam suprir toda a demanda atual, devido à sua extensa região costeira de mais de oito mil quilômetros, e a presença de estoques com elevado potencial de captura (4).

Entre as espécies de peixes mais cultivadas no mundo e no país, destaca-se a produção de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), por apresentar características relevantes, tais como alta produtividade, adaptação a ambientes diversos, boa aceitação no mercado consumidor, baixo teor de gordura, ausência de espinhas em forma de “Y” e excelente rendimento do filé (5). A tilápia é um produto versátil e pode ser consumida de diferentes formas, frita, assada, e em diferentes pratos da culinária, não apresenta restrição para o consumo de qualquer idade. E, também, é utilizada como matéria prima para a obtenção de subprodutos, como, por exemplo, o kani-kama e o surimi (6).

O surimi é um produto obtido a partir do músculo de pescado, constituído principalmente por proteínas miofibrilares, utiliza-se em sua elaboração a carne de pescado mecanicamente separada (CPMS) e constitui-se um concentrado de alta qualidade nutricional e excelente funcionalidade. O processo tecnológico consiste numa série de lavagens e congelamento, e ao final do processo esse produto serve como matéria-prima para produzir novos produtos (7).

Vale salientar que o surimi não é um produto de consumo direto, mas vem sendo utilizado como uma matéria-prima intermediária na elaboração de novos produtos, como empanados, hambúrgueres, salsichas e análogos de pescado (8).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo elaborar um produto empanado tipo “nugget” utilizando surimi de tilápia como uma estratégia para incrementar o consumo de pescado, sabendo-se que muitas pessoas recusam a ingestão de pescado por receio de acidentes com as espinhas ou dificuldade de preparo da carne.

MATERIAL E MÉTODOS

Para processar os surimis, foram usadas as carnes trituradas de tilápia congeladas em embalagens de 500g que foram adquiridas no mercado local de João Pessoa – PB. Todas as etapas de processamento do surimi e dos empanados foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Pescado e Derivados (Labtep), do Centro de Tecnologia, da Universidade Federal da Paraíba, campus de João Pessoa.

Preparo do surimi de tilápia

Inicialmente a carne moída foi descongelada sob refrigeração e submetida a três ciclos de lavagem utilizando a proporção 1:3 (carne/água), a uma temperatura de 10°C por 10 minutos com leve agitação. Foi utilizada uma solução de bicarbonato de sódio (NaHCO₃) na primeira lavagem a 0,5% e uma solução de cloreto de sódio (NaCl) a 0,3% para as lavagens restantes (9).

Ao final do processamento, o surimi lavado foi pesado e misturado com os compostos crioprotetores: sorbitol (5,0%) e tripolifosfato de sódio (0,3%). Em seguida o surimi foi moldado, embalado em filme plástico e congelado. A amostra ficou mantida a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o momento do processamento dos empanados (Figura 1).

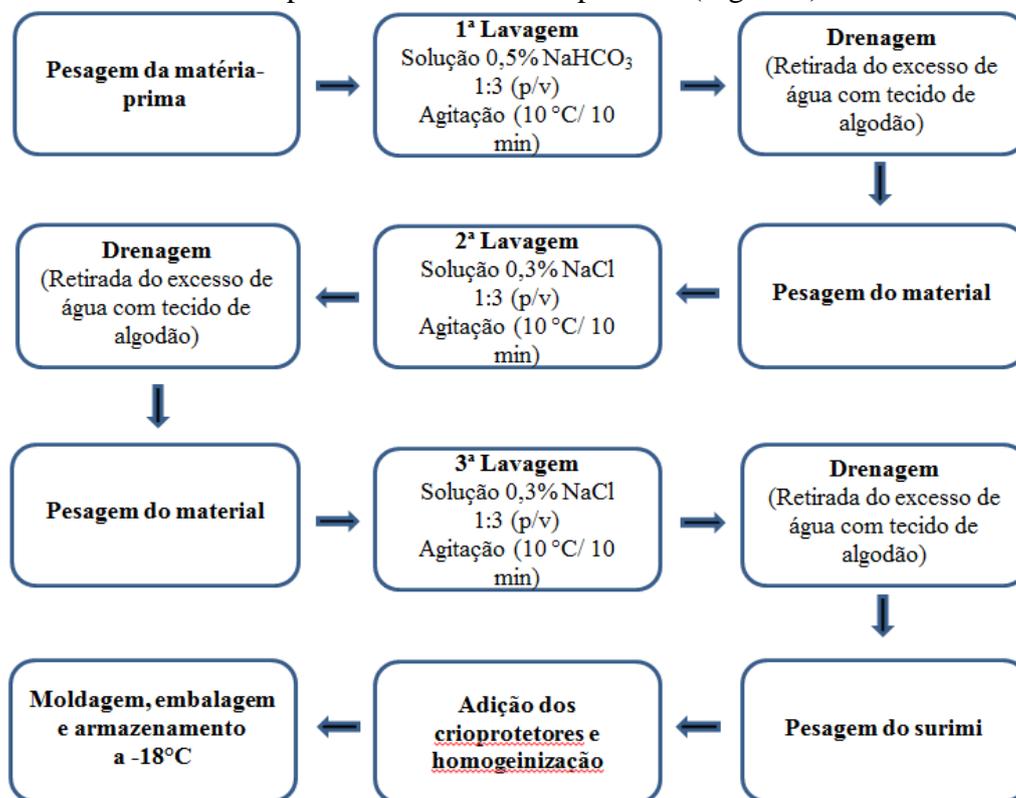


Figura 1 - Fluxograma do processo de fabricação do surimi elaborado com carne moída de tilápia.

Processamento dos empanados

O surimi foi cortado utilizando cortador em formato de peixe e foi pesado em balança analítica digital, obtendo uma média de 25 g cada. Logo após, foram pesados todos os ingredientes da formulação sal (3%), pimenta branca (1,5%), cebola (1,8%), alho (1,8%), tempero “hondashi” (0,8%), salsa (1%), farinha de trigo (26%), farinha “Panko” (26%) e ovo (30%).

Para a etapa do pré-enfarinhamento foi utilizada farinha de trigo com ácido fólico. Para a etapa de aplicação do líquido de empanamento foi utilizado o ovo. E por fim, para a etapa de aplicação de farinha de cobertura dos empanados, foi utilizada farinha “Panko” com objetivo de proporcionar maior crocância.

A última etapa da elaboração dos nuggets consistiu na pré-fritura imergindo os empanados em óleo quente a $180\text{ }^{\circ}\text{C}$, por aproximadamente 45 segundos. Após a pré-fritura, os empanados foram acondicionados em recipiente de polietileno coberto com filme plástico e, depois, foram congelados a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o momento das análises (Figura 2). A metodologia aqui testada foi proposta por Souza (10).

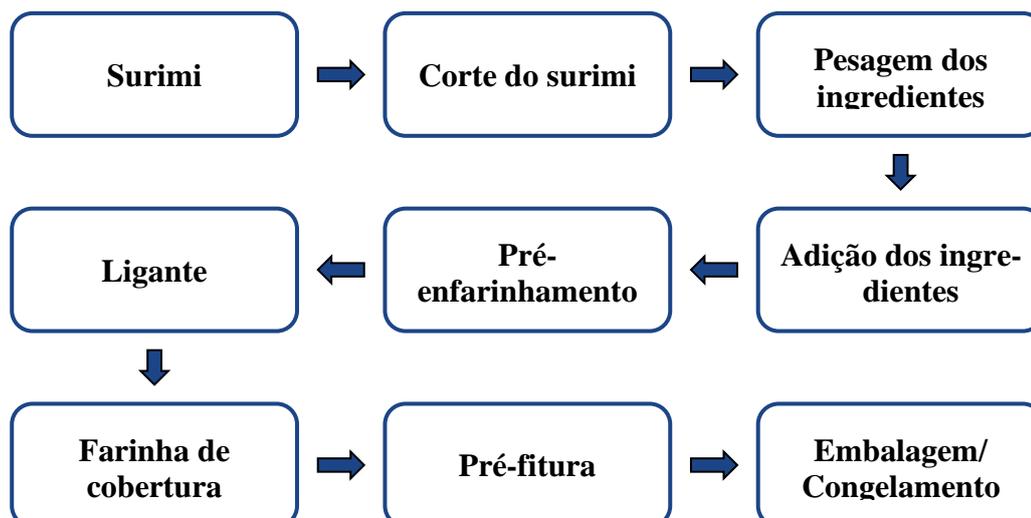


Figura 2 - Fluxograma do processo de elaboração dos empanados.

Caracterização físico-química

A caracterização físico-química foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Alimentos - Controle de Qualidade (LTA) do Centro de Tecnologia da UFPB, Campus João Pessoa, a saber:

- Umidade: Pelo método da secagem em estufa comum a 105°C conforme o Instituto Adolfo Lutz (11);
- Cinzas: De acordo com o método gravimétrico por incineração à 550° C em mufla comum, segundo Instituto Adolfo Lutz (11);
- Lipídeos: Pelo método de BLIGH e DYER (12);
- Proteínas: Pelo método de Kjeldahl segundo o Instituto Adolfo Lutz (11);
- Atividade de água (Aa): leitura direta em aparelho de atividade de água Pawkit Decagon®.
- Potencial hidrogeniônico (pH): segundo Instituto Adolfo Lutz (11).

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas do surimi, da carne moída de tilápia e dos empanados foram: Coliformes Totais e Termotolerantes, contagem de *Staphylococcus aureus*, pesquisa de *Salmonella e Clostridium* sulfito redutores. Todas as análises foram realizadas em triplicata seguindo os métodos oficiais exigidos pelo Ministério da Agricultura, e Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, Resolução nº 331, de 23/12/2019 (13).

Tratamento de dados

Os resultados obtidos nas análises foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os tratamentos estatisticamente diferentes foram comparados através do teste de Tukey em nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação de pick-up

Segundo Gonçalves (14), o pick up de cobertura determina o rendimento de cobertura ou quanto a amostra ganhou peso (em %) após a aplicação do sistema de empanamento. Na Tabela 1 estão dispostos os pesos das amostras obtidos em cada etapa do processo de empanamento.

Tabela 1 – Pesos das amostras em cada etapa do empanamento

Unidades	Surimi sem cobertura (g)	Após pré-enfarinhamento (g)	Após líq. empanamento (g)	Após farinha de cobertura (g)
1	25,65	27,11	29,03	31,86
2	26,3	28,6	30,2	32,9
3	28,62	29,98	32,36	35,89
4	25,5	26,81	29,15	32,43
5	26,59	27,93	31,93	33,25
6	24,44	25,58	27,75	30,82
7	23,2	24,08	26,23	29,44
8	23,6	24,39	26,68	29,17
9	25,83	27,15	29,2	32,36
10	22,84	23,18	27,24	28,08
11	24,4	25,5	27,27	29,84
12	28,28	29,13	31,75	34,44
MÉDIA*(g)	25,43 ± 1,85	26,62 ± 2,12	29,07 ± 2,12	31,71 ± 2,31

*Valores médios mais ou menos o desvio padrão

Após o processo de empanamento foram feitos os cálculos do rendimento por etapa (% pick up) e o rendimento de cobertura (% pick up), utilizando as seguintes fórmulas.

- % Pick-up (por etapa) = $\frac{\text{peso agregado na etapa}}{\text{peso final com cobertura}} \times 100$
- Rend. (% pick up) = $\frac{\text{peso agregado total}}{\text{peso final com cobertura}} \times 100$

Tabela 2 – Rendimento por etapa e de cobertura do empanamento

Unidades	% pick up (pré-enfarinhamento)	% pick up (líq. empanamento)	% pick up (far. cobertura)	Rend. Final de cobertura (% pick up)
1	5,39	6,61	8,88	19,49
2	8,04	5,30	8,21	20,06
3	4,54	7,35	9,84	20,26
4	4,89	8,03	10,11	21,37
5	4,80	12,53	3,97	20,03
6	4,46	7,82	9,96	20,70
7	3,65	8,20	10,90	21,20
8	3,24	8,58	8,54	19,09
9	4,86	7,02	9,77	20,18
10	1,47	14,90	2,99	18,66
11	4,31	6,49	8,61	18,23
12	2,92	8,25	7,81	17,89
MÉDIA*	4,44±1,58	8,41±2,69	8,33±2,43	19,77±1,12

*Valores médios mais ou menos o desvio padrão

Ao observar a Tabela 2, é possível notar que a etapa de aplicação do líquido de empanamento apresentou valor numérico superior às demais etapas. Para Luvielmo e Dill (15), a quantidade de cobertura aderida a um produto empanado é um aspecto importante para maior absorção de gordura.

O rendimento final de cobertura foi de $(19,77 \pm 1,12)$ %, valores semelhantes foram encontrados por Delfino (16), com valores de $(19,97 \pm 0,52)$ % e $(24,72 \pm 1,24)$ % obtidos da elaboração de hambúrguer empanado de tilápia. Resultados maiores foram encontrados por Luvielmo e Dill (15) que obtiveram um rendimento de cobertura de 33 % para empanados de frango. Importante mencionar que os valores de rendimento final estão diretamente relacionados à definição do custo de produção, e conseqüentemente à definição do lucro para comercialização, e constituem parâmetros de controle importantes para uma uniformização dos produtos e processos.

Caracterização físico-química

De acordo com a Instrução normativa nº 6 (17), os produtos elaborados no presente estudo estão dentro dos padrões exigidos.

Tabela 3 - Composição centesimal, Aa e pH da carne de tilápia, surimi e dos empanados

Parâmetros	MP	SR	EMP
Umidade (%)	76,68 ^a	77,15 ^a	55,15 ^b
Cinzas (%)	0,66 ^a	1,62 ^a	2,52 ^a
Lipídios (%)	10,29 ^b	4,74 ^b	18,00 ^a
Proteínas (%)	14,62 ^a	11,31 ^a	11,69 ^a
*Carboidratos (%)	2,26 ^a	5,17 ^a	12,62 ^a
Valor calórico	142,11 ^b	108,60 ^b	259,31 ^a
Aa	0,96 ^a	0,96 ^a	0,93 ^b
pH	7,36 ^b	7,83 ^a	6,22 ^c

Médias, em uma mesma linha, seguidas de diferentes letras minúsculas apresentam diferença significativa ($p \leq 0,05$).

MP: carne moída de tilápia; SR: surimi; EMP: empanados.

*Carboidratos: determinados por diferença de cálculo.

Conforme apresentado na Tabela 3, verifica-se que a umidade dos empanados diferiu significativamente da carne de tilápia e do surimi. Tal fato pode ser explicado pelo processo de pré-fritura aos quais os empanados foram submetidos, dessa forma, sua umidade foi reduzida.

Galvão e colaboradores (18), quantificaram valores de umidade próximos a 79% para surimi de piramutaba; já Alfaro e colaboradores (19), identificaram 79,32% para surimi de pescada foguete. Por outro lado, valores superiores a esses foram encontrados por Yarnpakdee e colaboradores (20), com 83,7% de umidade para surimi de músculo ventral; Mello e colaboradores (21), com 80,82% e Fogaça (22) com umidade de 83,24% para surimi de tilápia processado com 3 lavagens.

Com relação à umidade do produto empanado o teor encontrado foi de 55,15%, segundo Ordóñez et al. (23), a umidade apresenta uma correlação inversa com o conteúdo de lipídeos, que foi comprovado neste estudo, uma vez que o produto empanado apresentou um teor de lipídios maior e umidade menor diferindo da matéria-prima e do surimi.

Para os teores de cinzas nota-se que não houve diferença significativa entre as amostras. Cortez Netto et al. (24), encontraram valor de 0,5% para tilápia “in natura”, Oliveira (25), 0,17% na avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos à sanitização e Simões (26), 1,09% do filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*).

Quanto aos teores de lipídios, observa-se que as lavagens realizadas para a elaboração do surimi não foram suficientes para reduzir significativamente os teores de

gordura da matéria prima (MP). Já o produto empanado apresentou teores superiores, devido ao processo de pré-fritura aplicado.

Teores de gordura inferiores foram observados por Shaviklo e Rafipour (27) com 0,3%; por Mello e colaboradores (21) com 0,27%; alguns estudos encontraram valores superiores, Fogaça (22) observou variação no teor de lipídios conforme o número de lavagens utilizadas no processamento do surimi. Foi observado um teor de 6,39% com 1 lavagem, 5,99% com 2 lavagens, 5,38% com 3 lavagens, 3,1% com 4 lavagens e 5,1% com 5 lavagens, 5,025% para surimi de pargo do mar vermelho (28).

Em relação ao teor de proteínas verifica-se que não houve diferença entre as amostras. Valores superiores foram observados em estudos similares de Veit et al., (29), na formação de empanados de mandi-pintado (*Pimelodus britskii*) obtiveram valores de proteínas (14,67%); Pereira (30), na elaboração de nuggets de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) que foram de 13,2% de proteína; resultados inferiores foram vistos por Kirschnik (31) que estiveram entre 9,50 e 10,02%, utilizando carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia do Nilo como matéria-prima.

Os valores de carboidratos (máximo 30%) e proteínas (mínimo de 10%) atenderam à legislação vigente (17). Os níveis de carboidratos estão relacionados à farinha de empanamento que influencia diretamente os níveis de rendimento do produto.

O valor de atividade de água (Aa) do produto empanado foi menor em comparação ao valor encontrado na carne de tilápia e no surimi, devido a pré-fritura que evapora a água. Signor (32) obteve valores semelhantes de 0,97 e 0,96 para empanados com e sem condimento à base de peixe.

Análises microbiológicas

Nas análises microbiológicas foram avaliados os parâmetros exigidos pela legislação brasileira, a saber, RDC nº 331 de 23 de dezembro de 2019 (13).

Tabela 4 - Resultados das análises microbiológicas da carne de tilápia, surimi e empanado.

Análises	MP	SR	EMP
Coliformes termotolerantes NMP/g	Ausência	Ausência	Ausência
Contagem de <i>Staphylococcus coagulase</i> positiva UFC/g	Ausência	Ausência	Ausência
Pesquisa de <i>Salmonella</i> (em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Clostridium</i> sulfito redutores NMP/g	Ausência	Ausência	Ausência

NMP/g – Número mais provável. UFC – Unidade formadora de colônia.

Nota: MP: carne moída de tilápia, SR: surimi, EMP: empanado.

Os resultados obtidos para os micro-organismos pesquisados, presença ou ausência de *Salmonella SP*, contagem de *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* sulfitos redutores e Coliformes termotolerantes ficaram abaixo dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira para produtos à base de pescado refrigerados ou congelados, onde determinam contagem máxima de 10² (NMP/g) para *Coliformes* a 45 °C/g, 10³ (NMP/g) para contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva e ausência de *Salmonella spp* em 25 g, estando de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela Secretaria de Vigilância Sanitária para pescado (13).

A ausência de *Salmonella* e a baixa contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e coliformes termotolerantes na elaboração de nuggets de mandi-pintado (*Pimelodus britskii*), asseguram que os procedimentos higiênicos sanitários foram corretamente seguidos em todas as etapas do processamento (29).

Os resultados mostram que os procedimentos higiênico-sanitários não foram deficientes em nenhuma etapa do processo visto que a presença de *Escherichia coli* é uma indicação útil de contaminação pós sanitização ou pós-processo (33).

CONCLUSÕES

Os empanados de carne de tilápia apresentaram características de composição centesimal e microbiológicas desejáveis e de acordo com a legislação. Dessa forma, verifica-se a viabilidade de produção deste produto.

Uma forma de dar continuidade a esse estudo é através da realização de novas análises como o estudo de vida útil, oxidação lipídica com as análises de TBARS e índice de peróxidos, análise sensorial e estudo de custo.

REFERÊNCIAS

1. Barreto NSE, Moura FDCM, Teixeira JA, Assim DA, Miranda PC. Avaliação das condições higiênico-sanitárias do pescado comercializado no município de Cruz das Almas, Bahia. *Revista Caatinga*. 2012;25:86-95.
2. Soares KMDP, Gonçalves AA. Qualidade e segurança do pescado. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*. 2012; 71:1-10.
3. Costa TV, Silva RR, Souza JL, Batalha O, Hoshiba MA. Aspectos do consumo e comércio de pescado em Parintins. *Boletim do Instituto de Pesca*. 2013; 39:32-75.
4. Latorres JM. Utilização de pescado na elaboração de produto destinado à merenda escolar [dissertação]. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande; 2014.
5. Olopade OA, Taiwo IO, Lamidi AA, Awonaike OA. Proximate composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) and Tilapia Hybrid (Red Tilapia) from Oyan Lake, Nigeria. *Buletin UASVM Food Science and Technology*. 2016; 73:19-23.
6. Oliveira MMD. Desenvolvimento de empanados de frango adicionados de surimi [TCC]. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2016.
7. Fragozo SP. Aproveitamento do dorso mecanicamente separado da rã-touro (*Lithobates catesbeiana*) na elaboração de surimi [tese]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2017.
8. Libardi MC. Processamento de empanado de frango adicionado de surimi e inulina e reduzido de sódio [dissertação]. Alegre: Universidade Federal do Espírito Santo; 2015.
9. São Martinho HCRP. Produção de surimi e derivados em comunidade pesqueira desfavorecida do Rio de Janeiro [dissertação]. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa; 2011.
10. Souza JDC. Avaliação físico-química do nuggets de peixe voador (*hirundichthys affinis*) durante armazenamento sob congelamento [TCC]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.
11. Lutz IA. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 4. ed. São Paulo: ANVISA; 2008.

12. Bligh EG, Dryer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology*. 1959; 37:911-917.
13. Ministério da Saúde (BR). Resolução nº 331, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. *Diário Oficial da União*. 26 dez 2019; Seção 1:96.
14. Gonçalves AA. Empanados. In: *Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo: Atheneu; 2011.
15. Luvielmo MM, Dill DD. Utilização da goma metilcelulose para redução da absorção de gordura em produtos empanados. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*. 2008; 29:107-118.
16. Delfino LA, Silva LS, Biassi DC, Scopel FHP, Bainy EM. Elaboração de hambúrguer empanado de tilápia aplicando diferentes sistemas de coberturas comerciais. *Brasilian Journal of Food Reserch*. 2017; 2:32-45.
17. Brasil. Instrução Normativa nº 6, do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, de 15 de fevereiro de 2001. Dispões sobre a aprovação dos regulamentos técnicos de identidade e qualidade de paleta cozida, produto carne salgado, empanados, presunto tipo serrano, e prato elaborado pronto ou semi-pronto contendo produtos de origem animal. 2001.
18. Galvão GCS, Lourenço LFH, Ribeiro SCA, Ribeiro CFA, Parl KJ, Araújo EAF. Microbiological and physicochemical characterization of surimi obtained from waste of piramutaba fillet. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2012; 32:302-307.
19. Alfaro AT, Costa CS, Lanes GF, Torres L, Sores GJD, Prentice CH. Parâmetros de processamento e aceitabilidade de apresuntado elaborado com surimi de peccada-foguete (*Macrodon ancylodon*). *Alimentos e Nutrição*. 2004; 15:259-265.
20. Yarnpakdee S, Benjakul S, Penjamras P, Kristinsson HG. Chemical compositions and muddy flavour/odour of protein hydrolysate from Nile tilapia and broadhead catfish mince and protein isolate. *Food Chemistry*. 2014; 142:210-216.
21. Mello SCRP, Freitas MQ, São Clemente SC, Francon RM, Nogueira EB, Pinto MDSR. Caracterização química e bacteriológica de polpa e surimi obtidos do espinhaço residual da filetagem de tilápia. *Ciência Rural*. 2010; 40:648-653.
22. Fogaça FHS. Caracterização do surimi de tilápia (*Oreochromis niloticus*): morfologia e propriedades físicas, químicas e sensoriais [tese]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista; 2009.
23. Ordóñez JÁ, Rodríguez MIC, Sanz MLG, Minguillón GDGF, Perales LH, Cortecero MDS. *Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal*. Porto Alegre: Artmed; 2005.
24. Netto JDPC, Boscolo WR, Freiden A, Maluf MLF, Freitas JMAD, Simões MR. Formulação, análises microbiológicas, composição centesimal e aceitabilidade de empanados de jundiá (*Rhamdia quelen*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Inst. Adolfo Lutz*. 2010; 69:181-187.
25. Oliveira NDMS, Oliveira WRM, Nascimento LC, Silva JMSFD, Vicente E, Fiorini JE, Bressan MC. Avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos à sanitização. *Food Science and Technology*. 2008; 28:83-89.
26. Simões MR, Ribeiro CDFA, Ribeiro SDCA, Park KJ, Murr FEX. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). *Food Science and Technology*. 2007; 27:608-613.

27. Shaviklo AR, Rafipour F. Surimi and surimi seafood from whole ungutted myctophid mince. *Food Science and Technology*. 2013; 54:463-468.
28. Hashiba H, Gocho H, Komiyama J. Dual mode diffusion and sorption of sodium chloride in surimis under cooking conditions. *Journal of Food Engineering*. 2014; 137:101-109.
29. Veit JC, Freitas JMA, Reis ES, Maluf MLF, Feiden A, Boscolo WR. Caracterização centesimal e microbiológica de nuggets de mandi-pintado (*Pimelodus britskii*). *Semina: Ciências Agrárias*. 2011; 32:1041-1047.
30. Pereira AJ. Desenvolvimento de tecnologia para produção e utilização da polpa de carne de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) na elaboração de produtos reestruturados: fishburger e nuggets [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2003.
31. Kirschnik PG. Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) [tese]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista; 2007.
32. Signor FRP. Aprimoramento na qualidade nutricional da carne mecanicamente separada da tilápia do nilo e sua aplicação em empanados [tese]. Toledo: Universidade Estadual do Oeste do Paraná; 2018.
33. Duarte CV, Vieira RP, Gherardi SRM. Fishburguers de tilapia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) com e sem adição de fumaça líquida. *R. Bras. Tecnol. Agroindustr.* 2017; 2:2382-2396.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-106>

Capítulo 106

PICOLÉ COMO EXCELENTE ALTERNATIVA DE ALIMENTO: REVISÃO

Noemi de Paula Almeida¹; Fabiano Freire Costa²;

¹Estudante do Curso de Farmácia - FF – UFJF; E-mail: noemi.almeida@farmacia.ufjf.br,

²Docente/pesquisador do Departamento de Ciências Farmacêuticas – FF – UFJF. E-mail: fabianofreirecosta@gmail.com.

Resumo:

O picolé é um gelado comestível, muito procurado por crianças e adolescentes, possui grande produção e consumo no Brasil, é refrescante, vendido em ruas, shoppings e tem ganhado destaque na alta gastronomia. Apesar de comumente ser relacionado como um alimento utilizado apenas como sobremesa, o picolé pode apresentar um alto valor nutricional dependendo de sua composição. Atualmente, existem programas que tentam acabar com a ideia de que o picolé não passa de um produto açucarado consumido apenas em dias quentes e, desta forma, as industriais buscam alternativas de promover o aumento do consumo do mesmo. A legislação permite variadas composições do produto, tornando-o adaptável a diversos consumidores, além de ser de fácil manejo com possibilidade de diferentes sabores e formas. Um exemplo disso é a produção voltada para o público de vegetariano e vegano podendo utilizar bebidas de base vegetal como substituto ao leite. O trabalho teve como objetivo apresentar o picolé como uma excelente alternativa de alimento, através de uma revisão bibliográfica. Com isso, conclui-se que é possível elaborar um picolé com alto valor nutricional e carreador de propriedades bioativas e funcionais. Sendo assim, uma opção interessante para o desenvolvimento de novos produtos devido à possibilidade de várias composições e combinações, reafirmando a ideia de que é uma excelente alternativa de alimento pois pode promover saúde e bem-estar.

Palavras-chave: gelado comestível; picolé; vegetariano

INTRODUÇÃO

Não se sabe ao certo a verdadeira história do surgimento dos sorvetes ou dos picolés. O que temos são vários contos defendidos por diferentes autores e países (1). O que importa na realidade é que o picolé foi uma excelente invenção que atrai o interesse do mais variado público (2). Embora no Brasil, culturalmente as pessoas associem, erroneamente, o picolé como uma sobremesa gelada, produzida e comercializada por ambulantes apenas em dias quentes, este produto tem se destacado em diferentes espaços, presente inclusive na alta gastronomia (3). Além disso, ignoram o fato de se tratar de um alimento com importante valor nutricional podendo ainda ser agregado ingredientes com propriedades bioativas e funcionais (4).

O picolé está descrito na legislação destinada para gelados comestíveis existindo ainda portaria e resolução específicas para o produto sendo a portaria nº 379, de 26 de abril de 1999; a resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003; e a resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005 as principais. Essas legislações norteiam os produtores sobre as condições higiênico-sanitárias em todo o processo de fabricação assegurando a saúde dos consumidores e trabalhadores da área (5;6;7).

A legislação permite variar a composição possibilitando o desenvolvimento de novos produtos que se adequem à demanda e interesse do mercado consumidor. Uma possibilidade de desenvolvimento está no mercado de vegetarianos e veganos, que também englobam intolerantes a lactose e alérgicos à proteína do leite de vaca. Neste sentido, a utilização de bebidas vegetais, como o extrato hidrossolúvel de soja, ervilha, feijão guandu ou até mesmo a utilização de plantas alimentícias não convencionais (PANCS), como o ora-pro-nóbis, de preferência produzidos pelo sistema de manejo orgânico podem ser inseridos na composição do picolé. Estes vegetais possuem nutrientes de elevado valor nutricional como proteínas, vitaminas e sais minerais, tornando o picolé um alimento funcional com propriedades bioativas além de agregar valor ao produto e despertando o interesse para consumo daqueles que procuram alimentos mais saudáveis (4;8).

A possibilidade de desenvolvimento dos picolés não se limita a utilização de bebidas vegetais. Existem diversos estudos que dão diferentes funções para o picolé, sendo como suplementação da dieta (9) ou como forma de melhorar o bem-estar (10). Assim, o objetivo do trabalho é apresentar o picolé como uma excelente alternativa de alimento, através de uma revisão bibliográfica.

PICOLÉ

A chegada do picolé no Brasil, assim como sua história no mundo, não tem registro. O que podemos afirmar é que em 1942 começou a circular pela cidade do Rio de Janeiro, carrinhos da marca Kibon, após o alimento ter feito muito sucesso na China, com os dois primeiros sabores “Eskibon e o Chicabon” (11). Atualmente, esse alimento se tornou um dos queridinhos dos consumidores, principalmente das crianças. Antes vendidos apenas por ambulantes, agora estão presentes em shoppings e restaurantes famosos como o Paris 6, agregado de uma ideia de inovação que traz um maior valor ao produto, anteriormente visto como sobremesa barata para dias quentes (3).

Diferentemente de outros países, é comum que a visão sobre esse alimento gelado seja apenas como uma sobremesa que não acrescenta nada na saúde do consumidor, principalmente devido a sabores que levam mais açúcar. Porém, o picolé é uma fonte rica em nutrientes, como proteínas e fibras, dependendo apenas de qual base será utilizada. Na tentativa de ir de encontro a esse conhecimento errôneo da população, a Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes (Abis), desenvolve um programa chamado “Sorvete Alimenta”, que tem como objetivo principal conscientizar sobre o valor nutricional dos gelados comestíveis e promover o consumo em qualquer estação ou clima (4).

A legislação sobre a composição do picolé dá abertura para a possibilidade de desenvolvimento de novos produtos, pois este consegue se adaptar à alimentação do consumidor se tornando uma excelente alternativa de alimento. Além disso, é um produto de fácil fabricação, apresentado em vários sabores e formas, somado a um alto valor nutricional e energético (2).

Um exemplo disso são os picolés voltados para consumidores vegetarianos e veganos. Esse grupo, de maneira geral, é entendido como aqueles que não se alimentam de nenhum produto de fonte animal, mas na verdade, existem várias classificações da dieta de acordo com as restrições alimentares. Dentre as diversas classes, destacam-se os ovovegetarianos e vegetarianos estritos, que por motivações como religião ou a defesa do animal, devido a uma exploração excessiva, preferem não consumir o leite, matéria prima de algumas formulações de picolés. O mercado vegetariano é crescente no mundo e tem no Brasil uma população declarada em 2018 de 14%, um acréscimo de 75% comparado com dados de 2012 (12).

A utilização de uma base diferente do leite de vaca em produtos alimentícios também agrupa consumidores intolerantes à lactose ou alérgicos à proteína do leite de vaca (APLV). Os intolerantes à lactose correspondem a 65% da população mundial e apresentam sintomas gastrointestinais devido à falta da enzima, que quebra o açúcar lactose, vastamente presente no leite. Dependendo do caso, pode causar: diarreia, flatulência, dor abdominal e moléstias na evacuação (13). Por outro lado, alergia à proteína do leite de vaca é uma doença inflamatória, sinalizada principalmente na infância, a qual acomete aproximadamente 2 a 5% das crianças de até 1 ano. A APLV se manifesta principalmente no trato gastrintestinal e na pele, levando a uma reação imunológica contra algumas proteínas contidas no leite como beta-lactoglobulina, alfa-lactoalbumina e caseína (14).

POSSIBILIDADES PRESENTES NO MERCADO ATUAL

Para obtenção desse alimento, uma opção é a utilização de bebidas de base vegetal (BBV) para substituir o leite, justificada pelos valores nutricionais e ao baixo custo. Além disso, é uma tendência de mercado atrativa para aqueles consumidores que procuram produtos mais naturais (8; 3). Esses alimentos, dependendo da constituição, podem ser considerados alimentos funcionais, ou seja, aquele alimento que traz algum benefício para saúde de quem o consome através de uma propriedade fisiológica com potencial de regular funções corporais, conseguindo até proteger de doenças (15).

O extrato hidrossolúvel de soja, conhecido por muitos, de maneira errada, como “leite de soja”, é um produto de elevado teor em proteínas, vitaminas, sais minerais, com baixa caloria e sem lactose ou colesterol, sendo uma ótima possibilidade para a substituição do leite na base de gelados comestíveis (8; 16). Dependendo do processo de obtenção do extrato e também do tipo do grão utilizado, há uma variação na concentração e perfil das substâncias presentes em solução, mas, já se sabe que é um produto rico em compostos fenólicos, principalmente de flavonoides. Devido à presença dessas moléculas com propriedade bioativas, alimentos que têm soja como base são conhecidos por terem efeitos na saúde daqueles com doenças cardiovasculares, osteoporoses, alguns tipos de câncer e sintomas de menopausa (16).

O uso da soja como bebida vegetal está se tornando comum e facilmente encontrada no comércio, porém, a cada dia aumenta as possibilidades de novas BBV para atender os variados gostos e serem incrementadas a receitas de novos produtos. Uma amostra disso está na recente publicação da Nestlé, o lançamento de uma bebida com base de ervilha amarela, que, de acordo com a marca, é deliciosa e versátil, apresentando um alto valor nutricional, pois contém proteínas, fibras e é enriquecida com cálcio (17). Outra opção interessante é uma bebida funcional à base de feijão guandu (*Cajanus cajan*), que em comparação com o grão da soja proporciona maiores níveis de fibras, minerais totais e vitamina C, molécula com poder antioxidante. A descrição funcional se deve pelo

potencial antidiabético, uma vez que, é apontado que sua ingestão é capaz de gerar efeitos hipoglicêmicos em humanos e ratos diabéticos, além da alteração nos níveis de colesterol de hamsters (18).

Assim, essas duas bebidas se mostram potenciais para novas receitas, pois, além de serem estudos ou produções recentes, apresentam diversos fatores positivos quanto a composição. Ainda não foram realizados estudos sobre a aceitação ou o desenvolvimento de picolés com esses extratos hidrossolúveis vegetais em questão, pois são poucos trabalhos na área, o que se sabe é que a BBV de soja é a mais estudada no desenvolvimento de gelados comestíveis, mas essa apresenta um “sabor de feijão” (19) e por isso são geralmente associadas com outras frutas ou chocolate e assim apresenta boas avaliações sensoriais. Para ilustrar isso, um estudo sobre o desenvolvimento de um sorvete de extrato hidrossolúvel de soja e de sementes de melancia com polpa de goiaba teve uma ótima aceitação entre 15 participantes semi-treinados (20).

A boa avaliação não fica restrito apenas aos gelados a base de soja. Em uma pesquisa foi demonstrado que a maioria dos que responderam ao formulário são abertos a compra de um gelado comestível, pela aparência, a base de um extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju (21). Além desse, outro mostrou que não existiu diferença significativa de aceitação entre o sorvete de morango a base de leite e o a base do extrato hidrossolúvel de arroz (22).

Outra fonte para composição do picolé são as plantas alimentícias não convencionais (PANCS), elas incrementam a qualidade nutricional das receitas. O ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) por exemplo, é uma planta popularmente conhecida como “carne-de-pobre” por ser barata e capaz de substituir a carne. Nutricionalmente ele contém elevados valores de proteínas, vitaminas A, B, C, fibras, ferro, fósforo e cálcio, mineral não presente na maioria das bebidas vegetais. Com isso, se torna um alimento de valor socioambiental relevante pois atende a necessidade nutricional de famílias de baixa condição financeira, e sua produção pode ser realizada de maneira sustentável (23; 24).

Para melhor visualização das possibilidades citadas foi criado uma tabela para melhor comparar as opções (tabela 1)

Tabela 19 – Comparação entre as possibilidades de fontes nutricionais para picolés

Possibilidade	Benefícios nutricionais
Bebida vegetal de soja	Elevado teor em proteína, vitaminas, sais minerais e compostos fenólicos;
Bebida vegetal de ervilha (Nestlé)	Proteínas, fibras e cálcio;
Bebida vegetal de feijão guandu	Níveis de fibras, minerais totais e vitamina C; maiores que do grão de soja;
Ora-pro-nóbis	Elevados valores de proteínas, vitaminas A, B, C, fibras, ferro, fósforo e cálcio.

Fonte: Compilado pelo autor (8; 16; 17; 18; 19; 20).

EXCELENTE ALTERNATIVA

Existem diversos estudos que apresentam o picolé como ator principal na promoção de saúde, como no caso de suplementação de nutrientes, presença de moléculas bioativas, para o bem estar pessoal e até mesmo como alimento que utiliza como matéria prima um resíduo agressivo ao meio ambiente.

Em um estudo foi utilizado o picolé mentolado para manejo da sede intensa de pacientes no pré-operatório. Constatou-se que houve uma diminuição na intensidade e do

desconforto daqueles que degustaram o picolé em comparação com aqueles que receberam o cuidado usual. Essa estratégia barata, ativa termorreceptores e as papilas gustativas, assim, dão uma sensação de frescor e bem-estar contribuído para qualidade da estadia desses pacientes (10).

Em outro estudo o picolé foi empregado como suplementação nutricional para pacientes afetados pelo câncer. Devido às modificações metabólicas causadas pela doença e também pelo efeito dos tratamentos, pacientes estão propensos a desenvolver a desnutrição. O picolé além de ser um produto que alivia a náusea por ser gelado e de baixo volume é uma forma de apresentação de suplementos energéticos-proteicos que foi bem avaliada no artigo (9).

Também são relatados o uso como alimento funcional, que como dito anteriormente, é capaz de trazer algum benefício à saúde do consumidor. Como exemplo, tem-se o “picolé de abacate com chia como incremento de valor nutricional”, um produto que é composto por ingredientes ricos em ácido graxo ω -9 e consideráveis níveis de fibras, e a chia em específico com presença de proteínas de alto valor biológico (2). Ressalto também, o picolé fabricado com kombucha que na formulação tem finalidade oferecer benefícios fisiológicos a partir dos metabólitos vindos da fermentação (25).

Por fim, destaca-se o picolé feito com soro de leite concentrado, que embora não seja uma fonte vegetal, este trabalho mostra a versatilidade do picolé (26). Nesse estudo foi utilizado a nanofiltração para a obtenção do soro de leite concentrado, tecnologia que não necessita de altas temperaturas para acontecer, o que permitiu que o soro tivesse um alto valor de proteínas, as quais em sua maioria, são conhecidas por ter uma eficiência maior que as de soja e carne. Esse produto, além de trazer um grande valor nutricional, também se evidencia no valor socioambiental pois o soro do leite é um co-produto altamente poluidor vindo das indústrias de laticínios (26).

CONCLUSÕES

Conclui-se que é possível elaborar um picolé com alto valor nutricional e carreador de propriedades bioativas e funcionais. Sendo assim, uma opção interessante para o desenvolvimento de novos produtos devido a possibilidade de várias composições e combinações adaptáveis a diversas dietas, valores e culturas, reafirmando a ideia de que é uma excelente alternativa de alimento pois pode promover saúde e bem-estar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Juiz de Fora e a Faculdade de Farmácia.

REFERÊNCIAS

1. Clarke C. The Science of ice cream. Royal Society of Chemistry; 2015.
2. Oliveira TS. Elaboração de picolé de abacate com chia com incremento de valor nutricional [Graduação em Nutrição]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso; 2017.
3. Brown R. Olha o Picolé!. Americas Quarterly. 2016; 10:10.
4. Renhe, IRT., Weisberg, E., & Pereira, DBC. Indústria de gelados comestíveis no Brasil. Informe Agropecuário. 2015; 36(284): 81-86.

5. Brasil. Ministério da saúde. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. Aprova regulamento Técnico para fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 abr. 1999.
6. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. - RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003. Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 set. 2003.
7. Brasil. Ministério da saúde. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 266 de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Gelados Comestíveis e Preparados para Gelados Comestíveis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 set. 2005.
8. Bernardino AB, Barros H de V, Santos EJM dos, Bezerra Neto JA, Assis AS de, Santos Neto TM dos, et al. Desenvolvimento de sorvete a base de extrato de soja sabor creme com castanha de caju: avaliação físico-química. Caderno Verde [Internet]. 2015 [acesso em 21 de Mai 2021]; 4(1). Disponível em: <https://editoraverde.org/gvaa.com.br/revista/index.php/CVADS/article/view/2862>
9. Rodrigues MG, Sartori JO, Amaral DJC, Oliveira PDP, Rabito EI. Picolés hiperprotéicos e hipercalóricos são uma boa alternativa dietética no tratamento de pacientes em terapia antineoplásica ambulatorial?. Nutr. clín. diet. hosp. [Internet]. 2020 [acesso em 21 de Mai 2021]; 40(1):25-32. Disponível em: <https://revista.nutricion.org/PDF/GEMIN.pdf>
10. Aroni P. O uso do picolé mentolado para manejo da sede do paciente no pré-operatório: ensaio clínico randomizado [doutorado]. Ribeirão Preto: Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto; 2017.
11. Kibon. Histórico Kibon: O sorvete do Brasil [Internet]. [acesso em 21 de Mai 2021]. Disponível em: <https://www.kibon.com.br/walls-history.html>.
12. Révillion, JPP, Kapp C, Badejo MS, Dias VV. O mercado de alimentos vegetarianos e veganos: características e perspectivas. Cadernos de Ciência & Tecnologia. 2020; 37: 26603.
13. Barbosa NEA, Ferreira NCJ, Vieira TLE, Brito APSO, Garcia HCR. Intolerância a lactose: revisão sistemática. Pará Res. Med. Jour. [Internet]. 2020 [acesso em 25 de Mai 2021]; 4:e33.
14. Alves JQ, Mendes JF. Consumo dietético e estado nutricional em crianças com alergia à proteína do leite de vaca. Comun. ciênc. saúde. 2013;65-72.

15. Moraes FP. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. *Rev. Eletr. Farm.* [Internet]. 2007 [citado 25° de maio de 2021];3(2). Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/REF/article/view/2082>
16. Rodríguez-Roque MJ, Rojas-Graü MA, Elez-Martínez P, Martín-Belloso O. Soymilk phenolic compounds, isoflavones and antioxidant activity as affected by in vitro gastrointestinal digestion. *Food Chem.* 2013;136(1):206-212. doi:10.1016/j.foodchem.2012.07.115
17. Nestlé. Nestlé's new pea-based milk alternative is epic in everything [Internet]. 2021 [acesso em 25 de Mai 2021]. Disponível em: <https://www.nestle.com/media/news/wunda-pea-based-milk-alternative>
18. Ariviani S, Affandi DR, Listyaningsih E, Handajani S. The potential of pigeon pea (*Cajanus cajan*) beverage as an anti-diabetic functional drink. *InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [Internet]. 2018 [acesso em 25 de Mai 2021]; 102(1): 012054). Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/102/1/012054/meta>
19. Pouramed R, Ahanian B. Production of cocoa flavored soymilk ice cream. *WALIA jornal.* 2015; 31(S4): 242-248.
20. Bisla G, Archana, Verma P, Sharma S. Development of ice creams from Soybean milk & Watermelon seeds milk and Evaluation of their acceptability and Nourishing potential. *Advances in Applied Science Research* [Internet]. 2012 [cited 2021 Dec 22];3:371–6. Available from: <http://blog.ub.ac.id/fawzy/files/2013/09/Development-of-ice-creams-from-Soybean-milk-Watermelon-seeds-milk-and-Evaluation-of-their-acceptability-and-Nourishing-potential.pdf>
21. Saraiva MC. Expectativa de consumo baseado na aparência de sorvete vegano elaborada partir do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju. *www.repositorio.ufcbr* [Internet]. 2021 [cited 2021 Dec 22]; Available from: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/61602>
22. Storck CR, Montagner GE. Sorvete com extrato hidrossolúvel de arroz: análise físico-química e sensorial. *DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde.* 2020 Jul 1;15:e45766.
23. Dias R N, Durigan, MFB, Guimarães, PVP. Potencial do uso da Ora-pro-nobis (*Pereskiaaculeata* Mill.) na segurança alimentar em comunidades em situação de risco e vulnerabilidade. In: Embrapa Roraima-Artigo em anais de congresso. In: Simpósio brasileiro de agropecuária sustentável, 9.; Congresso internacional de agropecuária sustentável, 6. [Internet] 2018 [acesso em 25 de Mai 2021]. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1100922/1/simbrasorapronobis.pdf>

24. Jesus MN de, Reges JT de A. Ora-pro-nobis: saberes e novas oportunidades. *Segur. Aliment. Nutr.* [Internet]. 2019 [citado 25° de maio de 2021];26:e019016. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8651536>
25. Pigossi NF, Ferrari A, Schone AP, Dourado GM, Berwig KP, Silva V, et al. Desenvolvimento e análise sensorial de um picolé fabricado com kombucha [Internet]. *Anais da XIII Semana da Nutrição e III Nutrindo Saberes; 2019* [acesso em 21 Mai 2021]. Disponível em: <https://fjh.fag.edu.br/index.php/fjh/article/view/62>
26. Gajo AA, de Resende JV, Costa FF, Pereira CG, de Lima RR, Antonialli F, et al. Effect of hydrocolloids blends on frozen dessert “popsicles” made with whey concentrated. *LWT.* 2017; 75:473-80.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-107>

Capítulo 107

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE TÉRMICA DE MEMBRANAS DE CELULOSE BACTERIANA PRODUZIDAS A PARTIR DE EXTRATO DE SOJA

Viviane Fonseca Caetano¹; Glória Maria Vinhas²

¹Pesquisadora do Depto de Engenharia Química – CTG – UFPE; E-mail: viviane_fc@yahoo.com.br, ²Docente/pesquisador do Depto de Engenharia Química – CTG – UFPE. E-mail: gmvinhas@yahoo.com.br.

Resumo: A celulose bacteriana apresenta excelentes propriedades mecânicas e físicas que lhe proporcionam diversas aplicações. Neste trabalho foram produzidas celulose bacteriana a partir do meio salino e fonte de carbono extrato de soja nas concentrações 10, 20 e 30 g/L. As membranas produzidas apresentaram-se com características macroscópicas semelhantes. Os espectros de infravermelho apresentaram-se semelhantes e com a presença dos principais grupos funcionais característicos desse biopolímero. Nas análises termogravimétricas, verificou-se que as membranas secas apresentaram comportamentos térmicos semelhantes e as membranas produzidas com as concentrações de 20 e 30 g/L de extrato de soja apresentaram-se mais estáveis termicamente. De acordo com os resultados, as membranas produzidas apresentaram potencial para serem utilizadas em embalagens alimentícias.

Palavras-chave: Celulose bacteriana; Extrato de soja; Filmes alimentícios

INTRODUÇÃO

Devido aos problemas ambientais causados pela grande quantidade de plásticos descartados no meio ambiente, surge a necessidade de alternativas menos agressivas ao meio ambiente. Neste cenário, tem-se os biopolímeros que podem ser utilizados para diminuir o impacto ambiental. Dentre esses, tem-se a celulose que pode ser classificada em dois grandes grupos, dependendo de sua fonte, ou seja, celulose vegetal e bacteriana (1).

A celulose bacteriana (CB), assim como a celulose vegetal, é um polissacarídeo composto por monômeros de β -D-glicopiranosose unidas por ligações glicosídicas β -(1 \rightarrow 4) (2). No entanto, a CB possui propriedades mecânicas e físicas diferenciadas em relação a celulose de origem vegetal, como por exemplo alta resistência mecânica e à tração; alta pureza; estabilidade térmica; atoxidade; biodegradabilidade; alta capacidade de retenção de água; e excelente barreira ao vapor de água, oxigênio e radiação UV(2)(3)(4). Quando comparada com a celulose vegetal, a CB apresenta uma produção mais sustentável por ser obtida via síntese bacteriana, além de ser ambientalmente amigável e possuir alta pureza (ausência de lignina, pectina e hemicelulose), cristalinidade, resistência física

e hidrofiliçidade tornando-se uma fonte preferencial de celulose para a indústria de alimentos (5)(6).

A CB pode ser produzida por vários gêneros de bactérias, como *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Azotobacter*, *Gluconacetobacter*, *Rhizobium* e *Salmonella* e pode ser utilizada em diversas aplicações, como alimentos, cicatrização de feridas, biomedicina, etc. (7)(8).

Apesar das vantagens na utilização da CB em diversos setores, o meio de cultura é um dos fatores críticos que limitam a sua produção em larga escala, pois corresponde a 30% do custo total de produção (9). O meio de cultura Hestrin-Schramm (10) é o comumente utilizado na produção da CB, no entanto, é caro e requer produtos adicionais, como glicose, fermento, peptona etc. (11). Na literatura existem vários trabalhos que buscam novas fontes de carbono para a produção de celulose bacteriana que sejam preferencialmente baratas e abundantes (12). O extrato de soja (ES), conhecido como leite de soja, é obtido a partir da extração aquosa da soja. O ES é uma fonte de carbono com nutrientes em potencial para ser utilizado na produção de CB, pois é composto por carboidratos, proteínas, vitaminas etc.

Neste trabalho foram produzidas membranas de celulose bacteriana a partir de uma fonte de carbono alternativa que foi o extrato de soja e foi avaliado se o aumento desse substrato exerce influência na estabilidade térmica das membranas.

MATERIAL E MÉTODOS

Produção da celulose bacteriana

Foi utilizada a bactéria *Gluconacetobacter hansenni*, depositada no Banco de Culturas do Departamento de Antibiótico da UFPE, como produtora da celulose bacteriana. Para a preparação do meio de cultura foi utilizado o meio salino (13) utilizando como fonte de carbono o extrato de soja. Para o crescimento do inóculo foi utilizado o meio salino, utilizando a glicose da marca Kasvi como fonte de carbono.

O inóculo foi preparado utilizando 100 mL do meio salino modificado contendo 30 g/L de glicose como fonte de carbono; 1 mL de etanol; e 0,6 g.L⁻¹ da bactéria *Gluconacetobacter hansenni* em cultivo estático. Após 3 dias de cultivo, foram transferidos 5 mL de inóculo para cada Erlenmeyer contendo cada um 50 mL de meio salino modificado, 0,5 mL de etanol e utilizando como fonte de carbono o extrato de soja nas concentrações de 10 g/L, 20 g/L e 30 g/L. As membranas de celulose bacteriana foram produzidas em um período total de 18 dias em cultivo estático. Após o término desse período, as membranas foram lavadas em água corrente por 1 minuto, pesadas úmidas e inseridas em um Erlenmeyer contendo água destilada e em seguida foram esterilizadas por 15 min à 121°C na autoclave. Depois de resfriadas em temperatura ambiente, as membranas foram secas em temperatura de -2°C por 6 dias e posteriormente pesadas.

Registro dos espectros de infravermelho médio

Os espectros de infravermelho médio das membranas secas foram registrados pela técnica de reflexão total atenuada, utilizando um espectrômetro FTIR modelo IRTTracer-100 da marca Shimadzu. Os espectros MIR dos filmes foram obtidos utilizando a faixa

espectral de 4000 a 600 cm^{-1} , nas seguintes condições: resolução de 4 cm^{-1} e média de 16 varreduras.

Análise termogravimétrica (TGA)

As membranas secas foram submetidas a análise termogravimétrica utilizando o equipamento da marca Mettler Toledo modelo TGA-2 sob as seguintes condições: faixa de temperatura de 30 a 600°C; taxa de aquecimento de 10 de 10°C/min sob atmosfera de nitrogênio. Os pesos das amostras foram na faixa de 2 a 3 mg de celulose bacteriana.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Membranas produzidas

A Tabela 1 mostra os rendimentos obtidos para as membranas úmidas e secas de CB. Pode-se observar que houve uma perda de água significativa após a secagem das membranas e formação de filmes. A CB tem alta capacidade de absorção de água, isso pode ser atribuído à propriedade hidrofílica do grupo hidroxila em sua estrutura (14).

Tabela 1 – Resultados dos rendimentos das massas úmidas e secas da celulose bacteriana

Membrana	Massa úmida (g/L)	Massa seca (g/L)	Perda de água (%)
CB10	11,380	0,128	99,98
CB20	10,049	0,163	99,98
CB30	8,876	0,207	99,97

Fonte: da autora

Nas Figuras 1a, 1b e 1c são ilustradas as membranas de celulose bacteriana produzidas nas concentrações avaliadas. Através dessas figuras, pode-se visualizar que as membranas úmidas se apresentaram brancas, opacas e homogêneas para todas as concentrações de extrato de soja avaliadas.

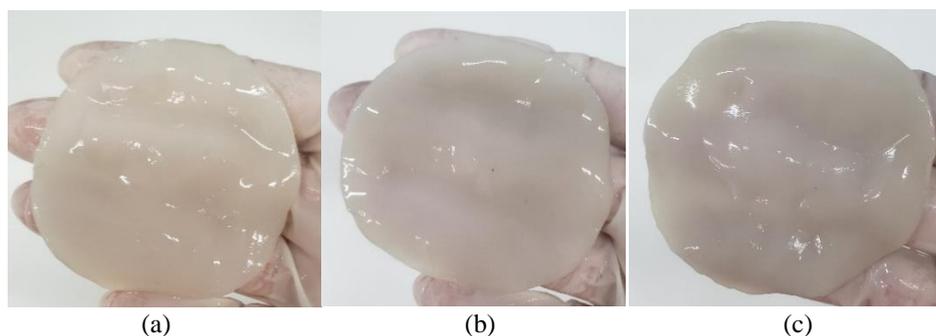


Figura 18 – Membranas de celulose bacteriana produzidas a partir de 30 (a), 40 (b) e 50 g/L (c) de extrato de soja

Fonte: da autora

Espectro de Infravermelho médio

Na Figura 2 são ilustrados os espectros de infravermelho médio das amostras CB10, CB20 e CB30 que correspondem as membranas produzidas nas concentrações de 10, 20 e 30 g/L de extrato de soja. Nessa figura, podem ser verificadas as principais bandas características da celulose bacteriana que são referentes aos picos máximos localizados nas regiões 3400-3200, 2960-2850, 1680-1620, 1430-1330, 1320-1030, 1200-1000, 1160-1146, 700-400 cm^{-1} que são referentes a estiramento do grupo hidroxila, estiramento de CH de alcanos e estiramento assimétrico CH_2 , deformação $\text{CH}_2\text{-OH}$, deformação C-OH e CH, deformação C-O, estiramento C-O, estiramento C-O-C e deformação C-H, e deformação fora do plano -OH, respectivamente (15). Os espectros mostraram-se semelhantes e sem a presença de novos picos, comprovando que não houve interação da celulose com os componentes do meio de cultura.

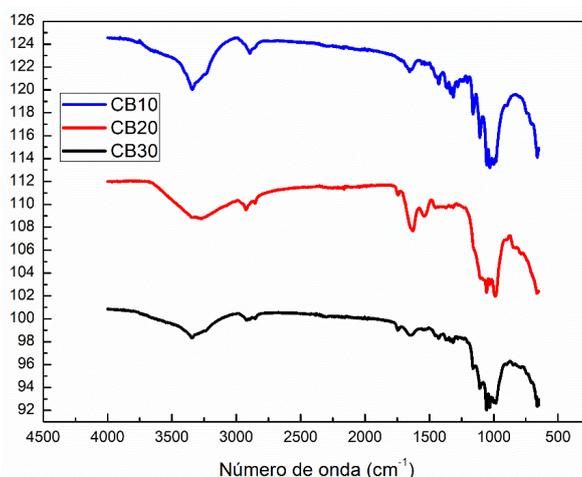


Figura 2 – Espectros de infravermelho médio representativos das amostras CB10, CB20 e CB30 que correspondem as membranas produzidas nas concentrações de 10, 20 e 30 g/L de extrato de soja
 Fonte: da autora

Análise termogravimétrica

Através da Figura 3 foi observado dois estágios de perda de massa da celulose, conforme relatado por outros autores na literatura(16)(17). O primeiro ocorre na faixa de 30 a 100°C e corresponde à evaporação de água absorvida pela celulose. O segundo estágio ocorre em 281,83 a 398,41°C que corresponde à decomposição térmica principal da celulose. As membranas secas apresentaram comportamentos térmicos semelhantes. Os autores Machado *et al.* encontraram também comportamentos térmicos similares quando avaliaram quantidades diferentes de melão de cana-de-açúcar como fonte de carbono(18). Conforme pode ser visualizado na Figura 3, foi observado diferentes temperaturas máximas de degradação e de perdas de massa. As temperaturas máximas de degradação foram 344,85; 362,87; e 359,85 °C para as membranas CB10, CB20 e CB30 respectivamente. As perdas de massa medidas foram 59,23; 66,21; e 64,44 % para as membranas CB10, CB20 e CB30 respectivamente. As membranas CB20 e CB30 apresentaram-se mais estáveis termicamente do que a CB10, conforme pode ser visualizado na Figura 3.

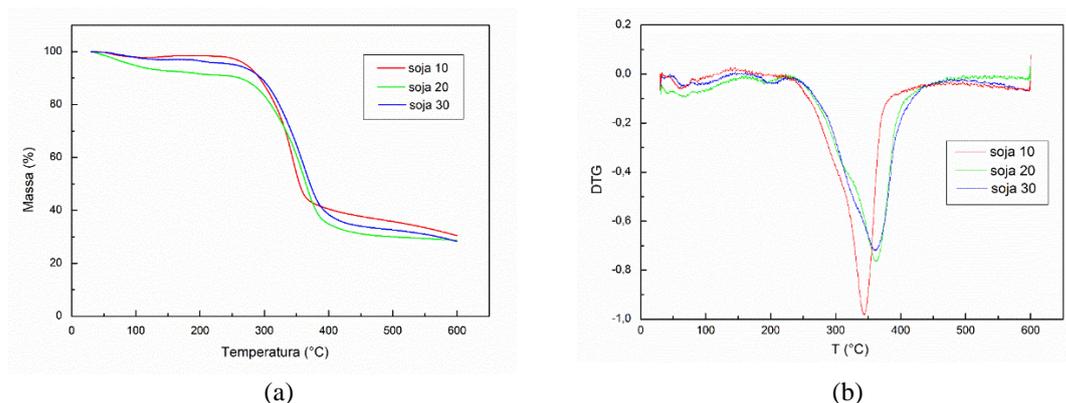


Figura 3 – (a) Curvas termogravimétricas (TG) e (b) de suas derivadas (DTG) obtidas para cada CB produzida com 10, 20 e 30 g/L de extrato de soja

Fonte: da autora

CONCLUSÕES

As membranas produzidas a partir de concentrações diferentes de extrato de soja mostraram-se promissoras e com resultados reprodutíveis, apresentando potencial para serem aplicadas como filmes alimentícios. As membranas secas apresentaram comportamentos térmicos semelhantes. No entanto, as membranas produzidas a partir de 20 e 30 g/L de extrato mostraram ser mais estáveis termicamente.

REFERÊNCIAS

1. Chen SQ, Meldrum OW, Liao Q, Li Z, Cao X, Guo L, et al. The influence of alkaline treatment on the mechanical and structural properties of bacterial cellulose. *Carbohydr Polym.* 1 de novembro de 2021;271:118431.
2. Cazón P, Vázquez M. Bacterial cellulose as a biodegradable food packaging material: A review. Vol. 113, *Food Hydrocolloids*. Elsevier B.V.; 2021. p. 106530.
3. Bianchet RT, Vieira Cubas AL, Machado MM, Siegel Moecke EH. Applicability of bacterial cellulose in cosmetics – bibliometric review. *Biotechnol Reports* [Internet]. 2020;27:e00502. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215017X20302381>
4. Donini ÍAN, Salvi DTB De, Fukumoto FK, Lustrri WR, Barud HS. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42919358021>. 2010;
5. Li Z yu, Azi F, Dong J jia, Liu L zhi, Ge Z wen, Dong M sheng. Green and efficient in-situ biosynthesis of antioxidant and antibacterial bacterial cellulose using wine pomace. *Int J Biol Macromol.* 15 de dezembro de 2021;193:2183–91.
6. Fernandes I de AA, Pedro AC, Ribeiro VR, Bortolini DG, Ozaki MSC, Maciel GM, et al. Bacterial cellulose: From production optimization to new applications. *Int J Biol Macromol* [Internet]. 2020;164:2598–611. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813020340198>
7. Ahmed J, Gultekinoglu M, Edirisinghe M. Bacterial cellulose micro-nano fibres for wound healing applications. *Biotechnol Adv.* 1 de julho de 2020;41:107549.
8. Rangaswamy BE, Vanitha KP, Hungund BS. Microbial Cellulose Production from Bacteria Isolated from Rotten Fruit. Santos-Ebinuma VC, organizador. *Int J*

- Polym Sci [Internet]. 2015;2015:280784. Available at:
<https://doi.org/10.1155/2015/280784>
9. Xu S, Xu S, Ge X, Tan L, Liu T. Low-cost and highly efficient production of bacterial cellulose from sweet potato residues: Optimization, characterization, and application. *Int J Biol Macromol* [Internet]. 31 de janeiro de 2022 [citado 3 de janeiro de 2022];196:172–9. Available at:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0141813021026374>
 10. HESTRIN S, SCHRAMM M. Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum*. II. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose. *Biochem J* [Internet]. outubro de 1954;58(2):345–52. Available at:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13208601>
 11. Costa AFS, Almeida FCG, Vinhas GM, Sarubbo LA. Production of Bacterial Cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* Using Corn Steep Liquor As Nutrient Sources. *Front Microbiol* [Internet]. 2017;8:2027. Available at:
<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2017.02027>
 12. Dórame-Miranda RF, Gámez-Meza N, Medina-Juárez L, Ezquerra-Brauer JM, Ovando-Martínez M, Lizardi-Mendoza J. Bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter entanii* using pecan nutshell as carbon source and its chemical functionalization. *Carbohydr Polym*. 1 de março de 2019;207:91–9.
 13. Souza KC, Campelo JM, Lima ISM, Vinhas GM, inventors; Instituto Nacional da Propriedade Industrial, assignee. Meio de cultura à base de sais e fonte de carbono simples para produção de celulose bacteriana e usos. BR10202001240. 2020 Jun 18.
 14. Potivara K, Phisalaphong M. Development and Characterization of Bacterial Cellulose Reinforced with Natural Rubber. *Mater (Basel, Switzerland)* [Internet]. 21 de julho de 2019;12(14):2323. Available at:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31330890>
 15. Maria G, Vasconcelos D De, Souza KC De, Diego I, Silva DL, Catarina A, et al. Produção e caracterização de celulose pela *Gluconoacetobacter hansenii* em meio contendo glicose ou manitol Production and characterization of cellulose by *Gluconoacetobacter hansenii* in medium containing glucose or mannitol. 2020;
 16. Sari AK, Majlan EH, Loh KS, Wong WY, Alva S, Khaerudini DS, et al. Effect of acid treatments on thermal properties of bacterial cellulose produced from cassava liquid waste. *Mater Today Proc*. 20 de novembro de 2021;
 17. Du R, Zhao F, Peng Q, Zhou Z, Han Y. Production and characterization of bacterial cellulose produced by *Gluconacetobacter xylinus* isolated from Chinese persimmon vinegar. *Carbohydr Polym*. 15 de agosto de 2018;194:200–7.
 18. Machado RTA, Meneguim AB, Sábio RM, Franco DF, Antonio SG, Gutierrez J, et al. *Komagataeibacter rhaeticus* grown in sugarcane molasses-supplemented culture medium as a strategy for enhancing bacterial cellulose production. *Ind Crops Prod*. 15 de outubro de 2018;122:637–46.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-108>

Capítulo 108

FARINHA DE BAGAÇO DE MAÇÃ: UMA ALTERNATIVA PARA APROVEITAMENTO DE COPRODUTO DA AGROINDÚSTRIA

Mariá Toledo de Carvalho Silva¹; Paulo Cezar da Cunha Júnior¹; Mariana Teixeira da Costa Machado², Elisa Helena da Rocha Ferreira²

¹Estudante do Curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – IT/DTA – UFRRJ; E-mail: mariahtoledo@msn.com; pc.cunha.alim@gmail.com, ²Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia de Alimentos – IT/DTA – UFRRJ. E-mail: elisahelenarocha@gmail.com; marianamachado210@gmail.com

Resumo: Agroindústrias de suco de maçã geram uma quantidade expressiva de bagaço que são, normalmente, inexploradas ou destinadas para atividades de baixo valor agregado. Tais resíduos, que são ricos em nutrientes e compostos bioativos, quando manejados inadequadamente, podem gerar diversos impactos ambientais. Assim, objetivou-se promover a valorização de subproduto agroindustrial de maçã por meio do desenvolvimento de uma farinha de bagaço de maçã e a determinação de sua composição. A farinha, produzida a partir de secagem a 40 °C e moagem, se mostrou levemente marrom e aromática, com elevado teor de fibras (39,09% ± 1,33) e presença de compostos bioativos, como ácido ascórbico e compostos fenólicos. Dessa forma, ficou evidenciado o potencial de sua utilização para enriquecer a alimentação humana.

Palavras-chave: subprodutos agroindustriais; sustentabilidade; bagaço de maçã

INTRODUÇÃO

O cultivo da maçã é uma das atividades que vem recebendo mais investimento em tecnologia e qualidade no Brasil. Nos últimos anos, a produção brasileira de maçã cresceu expressivamente, com destaque para a região sul do país, colocando o Brasil entre os 12 maiores produtores. Muito versátil, essa fruta é amplamente consumida in natura, mas pode dar origem a diversos produtos como sucos, compotas, geleias, doces, bebidas e vinagre (1).

Concomitantemente ao crescimento do consumo e processamento de produtos agroindustriais, há um aumento expressivo no volume de resíduo gerado (2). De acordo com a FAO (3), um terço do total de alimentos produzidos mundialmente são perdidos ou caracterizados como resíduos ao longo da cadeia produtiva, valor que corresponde a 1,3 bilhão de toneladas, das quais a maior contribuição é da produção agrícola (33%). Por serem resíduos orgânicos com um elevado teor de umidade, caso não sejam manejados de maneira adequada, podem gerar graves impactos ambientais. Assim, seu tratamento envolve elevados custos para a empresa (2).

Normalmente, os subprodutos gerados no setor agroindustrial são inexplorados (4). Tal cenário, somado à maior preocupação com questões ambientais, vem promovendo esforços em prol da recuperação, reciclagem e valorização de resíduos, que, por serem ricos em nutrientes de elevada qualidade biológica, podem ser fontes baratas de fibras dietéticas, vitaminas, minerais e compostos bioativos apresentando elevado potencial para ser utilizado para a produção de novos produtos, agregando valor a um material que seria descartado e contribuindo para a reinserção de nutrientes na cadeia alimentar (2,5,6). Além disso, o aproveitamento de resíduos agroindustriais contribui com a redução da insegurança alimentar, que esbarra, muitas vezes nos maiores custos e menor disponibilidade de matérias-primas (7).

No processamento em larga escala de maçã, o suco é considerado o principal produto. Durante sua obtenção, há a geração de dois tipos de resíduos: frutos inteiros com algum tipo de imperfeição que impossibilite seu uso comercialmente e o bagaço, resíduo sólido obtido após o processamento, composto, principalmente, por uma mistura de polpa, casca e semente (8). No geral, de 20 a 35% da fruta prensada para processamento de suco se torna resíduo (1,2,8,9).

No que se refere a indústria de produção de suco de maçã em grande escala, estima-se que apenas 75% das frutas que chegam às fábricas são utilizadas, enquanto 25% dos frutos são descartados na forma de resíduos ou destinados à elaboração de produtos de baixo valor agregado, como adubo e ração animal (10). Assim, outros destinos vêm sendo amplamente estudados, dentre os quais, podem ser citados: desenvolvimento de substrato para a propagação de leveduras (9), bioconversão para compostos de interesse, como etanol (11), aplicações em cosméticos como fonte de compostos bioativos (4) e aplicação em produtos alimentícios, na forma de farinha ou extrato, para atribuição de benefícios como aumento do teor de fibras e das propriedades antioxidantes (12,13). Além disso, o bagaço de maçã é uma das principais fontes utilizadas para obtenção de pectina comercial, juntamente com frutas cítricas (14).

Esse trabalho foi idealizado em conjunto com uma empresa de bebidas funcionais que, por utilizar o suco de maçã como base para diversas formulações, gerava uma grande quantidade de bagaço que era descartado como resíduo sólido. Pensando em aumentar a sustentabilidade da produção e o contribuir com o faturamento da empresa, pensou-se em destinar o bagaço para uma atividade com algum valor agregado. O objetivo deste trabalho foi, então, evidenciar o potencial do bagaço de maçã oriundo de uma indústria de sucos prensados a frio na produção de farinha e a determinação de sua composição. Vale a pena destacar que tal temática está em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU para 2030, uma vez que, por meio da inovação, contribui com a problemática da segurança alimentar, reduz a perda de recursos naturais e econômicos e promove a preservação ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

O bagaço de maçã foi gentilmente doado pela empresa Da Natu (São Paulo). Logo após ser obtido, o resíduo foi congelado na temperatura de -18 °C para posterior processamento.

Obtenção da Farinha

O bagaço foi disposto em bandejas de alumínio e colocado para secar em secador (Solab, SL 102, Brasil) a 40 °C por aproximadamente 20 horas, até a farinha resultante

atingir umidade máxima de 15%. Tal temperatura foi determinada em estudos prévios, nos quais não se observou diferença significativa nos tempos de secagem nas temperaturas de 40, 50 e 60 °C, considerando a umidade final do produto. Assim, a temperatura mais baixa foi selecionada pensando em uma maior preservação dos compostos bioativos. Após o material ser seco, foi submetido a moagem em moinho de martelo (Laboratory Mill 3100, Perten, Estados Unidos), peneirado em peneiras de 0,08 mm e armazenado sob refrigeração (4°C).

Composição Centesimal

Os teores de umidade, proteínas, lipídeos, resíduo mineral fixo e fibra alimentar total foram determinados a partir dos procedimentos preconizados pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL) (15).

O conteúdo de carboidratos foi calculado pela diferença das demais análises de composição centesimal.

Teor de Pectina

O teor de pectina foi determinado conforme Ranganna (16), com algumas modificações. Para a extração, 2,5 g de amostra foi pesada em um becker de 1000 mL e adicionada de 400 mL de ácido clorídrico 0,05 N em fervura por uma hora e meia, repondo a água perdida durante a evaporação. Após resfriado, o material foi transferido para balão de 500 mL, avolumado com água, agitados manualmente com inversão dos balões durante aproximadamente 2 min e filtrados. Uma alíquota de 200 mL foi transferida para um bécker de 1000 mL, nos qual foram adicionados em agitação 250 mL de água destilada e hidróxido de sódio 1 N até completa neutralização, verificando com fenolftaleína. Após repouso de 12 horas, foram adicionados 50 mL de solução de ácido acético 1N e, após cinco minutos, 50 mL da solução de cloreto de cálcio 1N sob agitação. Depois de uma hora de repouso, os materiais foram levados à ebulição durante 1 min, e em seguida filtrados em papel de filtro previamente preparado (umedecido com água quente, colocado em estufa (Solab, SL 100, Brasil) a 105 °C durante duas horas, resfriado em dessecador e pesado em recipiente com tampa). O precipitado foi lavado com água quase em ebulição, até que todo cloreto fosse eliminado, testando com solução de nitrato de prata 1%. Os papéis de filtro contendo os precipitados foram transferidos para recipientes com tampa, que foram mantidos em estufa (Solab, SL 100, Brasil) a 105 °C durante 12 h, resfriados em dessecador e pesado em balança analítica (Web Labor, M254Ai, Brasil). O teor pectato de cálcio (%) foi determinado através da Equação 1:

$$\% \text{ pectato de cálcio} = \frac{P \times 500 \times 100}{V \times A} \quad 1$$

Em que: P é a massa de pectato de cálcio (g), V é o volume do filtrado (mL) e A é a massa da amostra (g).

Atividade Antioxidante e Compostos Fenólicos Totais

Inicialmente, foi preparado um extrato a partir da farinha de bagaço de maçã da seguinte forma: 1 g da amostra foi solubilizado em 25 mL de uma solução de etanol 85% (v/v) em tubo cônico tipo falcon. A mistura foi mantida em mesa agitadora (Solab, SL 180, Brasil) a 25 °C por 180 min sob agitação constante a 100 RPM e na ausência de luz.

Em seguida, a amostra foi centrifugada a uma rotação de 300 RPM por 15 min e o sobrenadante foi filtrado e armazenado em frasco de cor âmbar.

A atividade antioxidante foi determinada por dois métodos: o primeiro, mede a capacidade que um composto tem de sequestrar o radical DPPH, gerando um composto denominado hidrozina, que ocasiona na mudança de coloração de violeta para amarelo. A análise foi conduzida seguindo a metodologia descrita por RUFINO et al. (17) com pequenas adaptações. O volume de 2,85 mL de uma solução do radical DPPH, a uma concentração de 0,06 mM e absorvância entre 700 e 515 nm, foram transferidos para um tubo de ensaio com vedação e adicionados 150 µL do extrato descrito anteriormente. A mistura foi homogeneizada e mantida em repouso em ausência de luminosidade por 60 min, em temperatura ambiente. Foram realizadas leituras em espectrofotômetro (Kasuki, UV-VIS IL-593), a um comprimento de onda de 517 nm. Os resultados foram expressos em µg eq. Trolox/g da amostra, a partir de uma curva padrão de Trolox construída com concentrações na faixa de 5,0 a 70,0 µg.mL⁻¹.

O segundo método baseia-se na capacidade de compostos reduzirem o complexo férrico (Fe⁺³) ao complexo ferroso (Fe⁺²) presente no TPTZ (2, 4, 6 – tri (2-piridil) – 1, 3, 5 – triazina). A análise foi realizada seguindo a metodologia descrita por THAIPOONG et al. (18), com adaptações. O volume 90 µL do extrato preparado foi diluído em 270 µL de água destilada em tubo com vedação. Em seguida, foram adicionados 2,7 mL do reagente de FRAP recém preparado, composto por 25 mL de uma solução de tampão acetato 0,3 M, 2,5 mL de uma solução de e 2,5 mL de uma solução aquosa de cloreto férrico 20 mM. A mistura foi homogeneizada, levada a banho-maria a 37 °C por 30 min e resfriada até atingir temperatura ambiente. Todo o procedimento deverá foi realizado na ausência de luz. As absorvâncias foram, então, lidas em espectrofotômetro (Kasuki, UV-VIS IL-593) a um comprimento de onda de 595 nm, utilizando o reagente de FRAP como branco. Os resultados foram expressos em µg eq. trolox/g da amostra, a partir de uma curva padrão de Trolox, construída com concentrações na faixa de 5,00 a 70 µg.mL⁻¹.

O conteúdo de fenólicos totais presentes na amostra foi determinado conforme metodologia descrita por SWAIN e HILLIS (19). Em um tubo de ensaio, foram adicionados 1 mL da solução de Folin Ciocalteu, 1 mL do extrato preparado e 10 mL de água destilada. O tubo foi deixado em repouso por 3 min. Em seguida, foram adicionados 1,5 mL de uma solução de Na₂CO₃, a uma concentração de 10% (m/m). Com auxílio de um vortex, a mistura foi homogeneizada e mantida na ausência de luminosidade por 120 min. Então, foram realizadas leituras de absorvância em espectrofotômetro (Kasuki, UV-VIS IL-593), a um comprimento de onda de 725 nm. Os resultados foram expressos em µg eq. ácido gálico/g da amostra, a partir de uma curva padrão de ácido gálico, construída com concentrações na faixa de 5,00 a 40 µg.mL⁻¹.

Teor de Ácido Ascórbico

O conteúdo de ácido ascórbico da amostra foi determinado pelo método titulométrico, conhecido como Método de Tillmans modificado (15), que é baseado na redução de 2,6-diclorofenolindofenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico. Em um erlenmeyer, foram adicionados 5 g da amostra e 50 mL de uma solução aquosa de ácido oxálico 1% (m/v). A amostra foi titulada por uma solução de 2,6-diclorofenolindofenol sódio 0,2% (m/v) padronizado até coloração rosa persistente por 15 s. O teor de ácido ascórbico (AA) foi calculado pela equação 2 e expresso em mg/100 g.

$$AA = \left(\frac{Vt}{Vp \times m} \right) \times 100$$

Equação 2

Em que:

AA é o teor de ácido ascórbico (mg/100 g de amostra); Vt é volume da solução de 2,6-diclorofenolindofenol sódio 0,2% gasto na titulação (mL); Vp é volume da solução de 2,6-diclorofenolindofenol sódio 0,2% gasto na padronização (mL); m é a massa da amostra utilizada (g).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obtenção da Farinha

A farinha de bagaço de maçã resultante do processo de secagem e moagem empregados (fig. 1) apresentou-se como um pó fino, levemente marrom e aromático, características semelhantes às descritas por Rocha Parra *et al.* (13), ao secar bagaço de maçã para obter um pó para ser utilizado como substituto parcial em cookies, e por Rocha Parra; Ribotta; Ferrero (20) ao secar bagaço de maçã para enriquecer um produto de panificação sem glúten.



Figura 1 – Farinha de bagaço de maçã obtida por secagem e moagem

Composição Centesimal e Teor de Pectina da Farinha

A composição da farinha está descrita na tabela 1, representada abaixo:

Tabela 1 – Composição Centesimal da Farinha de Maçã

Parâmetro	Valor*
Composição Centesimal	
Umidade (%)	11,22 ± 0,51
Carboidratos (%)	42,64 ± 0,46
Fibra alimentar total(%)	39,09 ± 1,33
Lipídeos (%)	3,13 ± 0,31
Cinzas (%)	2,39 ± 0,06
Proteínas (%)	1,53 ± 0,08
Teor de Pectina	
Pectato de Cálcio (%)	4,83 ± 0,45

*valores expressos em base seca, média ± desvio padrão

O método de secagem em estufa ventilada a 40 °C empregado foi capaz de propiciar valor de umidade suficientemente baixo para garantir a estabilidade da farinha. Além disso, o valor está de acordo com o valor máximo permitido pela legislação para farinhas (15 %) (21).

A farinha de bagaço de maçã obtida é composta, majoritariamente, por carboidratos (42,64%) e fibras (39,09%), o que está de acordo com resultados previamente descritos (13,20). Dentre as fibras presentes em sua composição, a maior parte se apresenta como fibras insolúveis (22–25). Entretanto, tal conteúdo pode variar de acordo com o cultivar, variedade e estágio de maturação da fruta utilizada, e, ainda, com as etapas empregadas no processamento (23). As fibras do bagaço de maçã são compostas predominantemente por pectina, lignina, celulose e hemicelulose (20,26). Valores de fibras totais variáveis são reportados na literatura. KIRBAŞ; KUMCUOĞLU e TAVMAN (23) reportaram valores de fibras de $64,84\% \pm 1,78$, utilizando secagem em bandejas entre 60 e 70 °C. Por sua vez, ROCHA PARRA *et al.* (13) relataram valores de $45,1\% \pm 0,1$ utilizando secador de bandejas com circulação de ar forçada a 50 °C. Além do cultivar utilizado, o valor de fibras totais pode variar de acordo com o método de secagem empregado. Apesar de mais dispendiosa, a utilização da liofilização, por exemplo, é reportada como estratégia para a obtenção de farinhas com teor maior de fibras (27,28).

Devido ao seu elevado teor de fibras, a utilização de farinha de bagaço de maçã já se provou eficaz para o aumento do teor de fibras em diversos produtos alimentícios, como cookies (13,22), muffins (22), bolos sem glúten (23) e pão de mel (24).

Proposta de Rotulagem Nutricional para a Farinha de Bagaço de Maçã

Simulando o destino da farinha para consumo direto, elaborou-se uma tabela nutricional, considerando a porção de 50 g, estabelecida para farinhas (29).

Quadro 1 – Simulação de Tabela de Informação Nutricional de Farinha de Maçã

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção 50 g (1 xícara)		
	Quantidade por porção	% VD*
Valor Energético (kcal)	102 kcal	5
Carboidratos	21 g	7
Proteínas	0,8 g	1
Gorduras Totais	1,6 g	2
Gorduras Saturadas	n.d.	n.d.
Gorduras Trans	n.d.	n.d.
Fibras	20 g	78
Sódio	n.d.	n.d.
(*) Percentual de valores diários fornecidos pela porção.		
n.d. Valor não determinado		

De acordo com a Instrução Normativa vigente, para um alimento ser designado como contendo alto conteúdo de fibras, é necessário que ele tenha, pelo menos, 20% do valor diário de referência (VDR) para esse componente (29). A farinha desenvolvida apresenta 78%, podendo, portanto, apresentar essa alegação. Assim, fica evidente que a farinha de maçã obtida apresenta o potencial de ser comercializada como uma alternativa para atingir a ingestão de fibras. Devido aos seus conhecidos benefícios à saúde humana, políticas e recomendações nutricionais ao redor do mundo incentivam o aumento do consumo de fibras originadas de grãos, vegetais e frutas (30).

Além disso, em alguns casos, fibras dietéticas podem ser classificadas como prebiótico. De acordo com a Associação Científica Internacional para Probióticos e Prebióticos, prebióticos podem ser definidos como “um substrato que é utilizado seletivamente por microrganismos do hospedeiro conferindo um benefício para a saúde” (31). Para serem ditos prebióticos, os ingredientes devem ser resistentes a acidez gástrica, hidrólise enzimática e absorção gastrointestinal de mamíferos; ser fermentados pela microflora intestinal; e estimular seletivamente o crescimento e/ou atividade intestinal de bactérias associadas com a saúde e bem-estar, que devem ser demonstrados cientificamente (32). Dessa forma, esses compostos precisam atingir o cólon, onde serão seletivamente fermentados por micro-organismos probióticos, favorecendo o seu desenvolvimento e, conseqüentemente, propiciando efeitos benéficos para a saúde do hospedeiro. Dentre os efeitos relatados estão: redução do colesterol, estímulo do sistema imunológico, aumento da absorção de cálcio, manutenção do pH intestinal adequado e prevenção contra infecções (33).

Atividade Antioxidante e Compostos Fenólicos Totais

Compostos bioativos podem ser definidos como compostos que apresentam a capacidade de interagir com um ou mais componentes dos tecidos vivos, apresentando uma ampla gama de efeitos prováveis (34). De maneira prática, são compostos essenciais e não essenciais que ocorrem na natureza, fazem parte da cadeia alimentícia e apresentam efeito sobre a saúde humana, como vitaminas e polifenóis (35).

Os teores dos compostos bioativos determinados para a farinha estão descritos na tabela 2:

Tabela 2. Compostos bioativos da Farinha de Maçã

Composto	Teor*
Teor de ácido ascórbico (mg/100g)	124,23 ± 1,52
Capacidade antioxidante – DPPH (mg equivalentes de Trolox/g da amostra)	8,29 ± 0,12
Capacidade antioxidante – FRAP (µg Equivalente de Trolox/g da amostra)	14,12 ± 0,49
Compostos Fenólicos Totais (µg equivalentes de Ácido Gálico/g da amostra)	0,56 ± 0,01

*valores expressos em base seca como média ± desvio padrão

Os resultados obtidos corroboram com estudos previamente realizados evidenciando, evidenciando a presença de compostos bioativos (4). O bagaço de maçã é conhecido por ser fonte de fibras, pectina e compostos fenólicos (4), de modo que seu consumo pode estar associado à melhora da saúde humana. Os processos de extração empregados para o isolamento dos compostos fenólicos fazem uso de solventes e podem ser dispendiosos, o que dificulta o processo de biorrefinaria (36). Dessa forma, a farinha obtida mostra-se uma alternativa mais simples, barata e com menores impactos ambientais para o enriquecimento da alimentação humana. O método de secagem utilizado foi capaz de preservar compostos bioativos e atividade antioxidante da farinha obtida. Em relação ao teor de vitamina C (ácido ascórbico), uma porção de 100 g da farinha é suficiente para atingir o valor diário de referência para uma dieta de 2000 kcal (100 mg) (29). Processos térmicos de secagem podem ocasionar perdas de compostos bioativos devido à sua termossensibilidade. Entretanto, são estratégias eficazes para

estender a vida útil de farinhas de bagaço de maçã, uma vez que propiciam valores de atividade de água e umidade suficientemente baixos, reduzindo tanto a atividade microbiana como a ocorrência de reações químicas e enzimáticas (26,28). Vale a pena destacar que o teor de compostos bioativos quantificado pode variar com o cultivar utilizado, condições climáticas e de manejo e o processamento utilizado (37). Além disso, pode variar de acordo com a metodologia de análise e o solvente utilizados na preparação do extrato (36).

CONCLUSÕES

Com base no exposto, conclui-se que o bagaço de maçã apresenta potencial para ser utilizado na elaboração de uma farinha marrom e levemente aromática, com elevado teor de fibras e presença de compostos bioativos. Tal farinha pode ser utilizada como estratégia de elevação do consumo de fibras na população humana e como substituto parcial em produtos de panificação, enriquecendo sua composição. A farinha desenvolvida pode apresentar alegação nutricional de que contém elevado conteúdo de fibras. Por fim, evidenciou-se que o bagaço de maçã pode deixar de ser manejado como resíduo da indústria, ganhando destaque como co-produto.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico cujo fomento financiou parte deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. O cultivo e o mercado da maçã [Internet]. Sebrae. 2018 [Set 2019]. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-maca,ea7a9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>
2. Dhillon GS, Kaur S, Brar SK. Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: A review. *Renew Sustain Energy Rev.* 2013;27:789–805.
3. FAO - Food and Agriculture Organization. Food wastage footprint: Impacts on natural resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013. 1–61 p.
4. Barreira JCM, Arraibi AA, Ferreira ICFR. Bioactive and functional compounds in apple pomace from juice and cider manufacturing: Potential use in dermal formulations. *Trends Food Sci Technol.* 2019;90:76–87.
5. Jiménez-Moreno N, Esparza I, Bimbela F, Gandía LM, Ancín-Azpilicueta C. Valorization of selected fruit and vegetable wastes as bioactive compounds: Opportunities and challenges. *Crit Rev Environ Sci Technol.* 2020;50(20):2061–108.
6. Procentese A, Raganati F, Olivieri G, Russo ME, Rehm L, Marzocchella A. Deep Eutectic Solvents pretreatment of agro-industrial food waste. *Biotechnol Biofuels.* 2018;11(1):1–12.

7. Gustavsson J, Cederberg C, Sonesson U, Otterdijk R, Meybeck A. Global food loss and food waste: extent, causes and prevention. SAVE FOOD: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. Rome; 2011. 1–37 p.
8. Shafiee MN. Apple pomace: by product utilisation. *Int J Res Anal Rev.* 2017;4(4):190–2.
9. Bravo SME, Morales M, del Mónaco SM, Caballero AC. Apple bagasse as a substrate for the propagation of Patagonian wine yeast biomass. *J Appl Microbiol.* 2019;126(5):1414–25.
10. Kitrytė V, Povilaitis D, Kraujalienė V, Šulniūtė V, Pukalskas A, Venskutonis PR. Fractionation of sea buckthorn pomace and seeds into valuable components by using high pressure and enzyme-assisted extraction methods. *LWT - Food Sci Technol.* 2017;85:534–8.
11. Vashisht A, Thakur K, Kauldhar BS, Kumar V, Yadav SK. Waste valorization: Identification of an ethanol tolerant bacterium *Acetobacter pasteurianus* SKYAA25 for acetic acid production from apple pomace. *Sci Total Environ.* 2019;690:956–64.
12. Fernandes PAR, Ferreira SS, Bastos R, Ferreira I, Cruz MT, Pinto A, et al. Apple Pomace Extract as a Sustainable Food Ingredient. *Antioxidants.* 2019;8(6):189.
13. Rocha Parra AF, Sahagún M, Ribotta PD, Ferrero C, Gómez M. Particle Size and Hydration Properties of Dried Apple Pomace: Effect on Dough Viscoelasticity and Quality of Sugar-Snap Cookies. *Food Bioprocess Technol.* 2019;12(7):1083–92.
14. Rocha Parra AF, Sahagún M, Ribotta PD, Ferrero C, Gómez M. Particle Size and Hydration Properties of Dried Apple Pomace: Effect on Dough Viscoelasticity and Quality of Sugar-Snap Cookies. *Food Bioprocess Technol.* 2019;12(7):1083–92.
15. IAL IAL. 1ª Edição Digital. IV edição. IAL IAL, editor. Vol. 9, Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos. 2008. 453–460 p.
16. Ranganna S. Manual of analysis of fruit and vegetable products. New Delhi: Tata McGraw-Hill; 1977. 634 p.
17. Rufino M do SM, Alves RE, de Brito ES, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F, Mancini-Filho J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chem.* 2010;121(4):996–1002.
18. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Hawkins Byrne D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J Food Compos Anal.* 2006;19(6–7):669–75.
19. Swain T, Hillis W. The phenolics constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric.* 1959;10(1):63–8.
20. Rocha Parra AF, Ribotta PD, Ferrero C. Apple pomace in gluten-free formulations: Effect on rheology and product quality. *Int J Food Sci Technol.* 2015;50(3):682–90.
21. ANVISA. RRD N° 263, De 2005 - Regulamento Técnico Para Produtos De

- Cereais, Amidos, Farinhas E Farelos. *Diário Of da União*. 2005;1:6.
22. Jung J, Cavender G, Zhao Y. Impingement drying for preparing dried apple pomace flour and its fortification in bakery and meat products. *J Food Sci Technol*. 2014;52(9):5568–78.
 23. Kırbaş Z, Kumcuoglu S, Tavman S. Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. *J Food Sci Technol*. 2019;56(2):914–26.
 24. Macagnan FT, De Moura FA, Dos Santos LR, Bizzani M, Da Silva LP. Caracterização nutricional e resposta sensorial de pães de mel com alto teor defibra alimentar elaborados com farinhas de subprodutos do processamento de frutas. *Bol Cent Pesqui Process Aliment*. 2014;32(2):201–10.
 25. Umbreen H, Arshad MU, Saeed F, Bhatti N, Hussain AI. Probing the Functional Potential of Agro-Industrial Wastes in Dietary Interventions. *J Food Process Preserv*. 2014;39(6):1665–71.
 26. Zlatanović S, Ostojić S, Micić D, Rankov S, Dodevska M, Vukosavljević P, et al. Thermal behaviour and degradation kinetics of apple pomace flours. *Thermochim Acta*. 2019;673:17–25.
 27. Borchani C, Besbes S, Masmoudi M, Blecker C, Paquot M, Attia H. Effect of drying methods on physico-chemical and antioxidant properties of date fibre concentrates. *Food Chem*. 2011;125(4):1194–201.
 28. Rana S, Gupta S, Rana A, Bhushan S. Functional properties, phenolic constituents and antioxidant potential of industrial apple pomace for utilization as active food ingredient. *Food Sci Hum Wellness*. 2015;4(4):180–7.
 29. Brasil Agência Nacional de Vigilância Sanitária. INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN 75, DE 8 DE OUTUBRO DE 2020. Vol. 3, *Diário Oficial da União*. 2020. p. 1–8.
 30. Delcour JA, Aman P, Courtin CM, Hamaker BR, Verbeke K. Prebiotics, Fermentable Dietary Fiber, and Health Claims. *Adv Nutr*. 2016;7:1–4.
 31. Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, Prescott SL, Reimer RA, Salminen SJ, et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2017;14(8):491–502.
 32. Gibson GR, Probert HM, Loo J Van, Rastall RA, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutr Res Rev*. 2004;17(2):259–75.
 33. Markowiak P, Ślizewska K. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients*. 2017;9:1021.
 34. Guaadaoui A, Benaicha S, Elmajdoub N, Bellaoui M, Hamal A. What is a bioactive compound? A combined definition for a preliminary consensus. *Int J Food Sci Nutr*. 2014;3(3):174–9.

35. Biesalski HK, Dragsted LO, Elmadfa I, Grossklaus R, Müller M, Schrenk D, et al. Bioactive compounds: Definition and assessment of activity. *Nutrition*. 2009;25(11–12):1202–5.
36. Perussello CA, Zhang Z, Marzocchella A, Tiwari BK. Valorization of Apple Pomace by Extraction of Valuable Compounds. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2017;16(5):776–96.
37. Pérez-Ambrocio A, Guerrero-Beltrán JA, Aparicio-Fernández X, Ávila-Sosa R, Hernández-Carranza P, Cid-Pérez S, et al. Effect of blue and ultraviolet-C light irradiation on bioactive compounds and antioxidant capacity of habanero pepper (*Capsicum chinense*) during refrigeration storage. *Postharvest Biol Technol*. 2018;135:19–26.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-109>

Capítulo 109

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO LEVEDO COMO RESÍDUO DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA

Allan Pereira Barboza Gomes¹; Ricardo Schmitz Ongaratto²

¹Estudante do curso de Engenharia Química – EQ-UFRJ; E-mail: allan@eq.ufrj.br

²Docente do Depto de Engenharia Bioquímica – EQ-UFRJ; E-mail: rsongaratto@eq.ufrj.br

Resumo: A indústria cervejeira tem crescido com o passar dos últimos anos e, conseqüentemente, os resíduos das leveduras do gênero *Saccharomyces*, utilizadas na fermentação da bebida, também aumentam no mesmo sentido. Uma vez que esse subproduto apresenta diversas propriedades de interesse nos mais diferentes setores industriais, um mapeamento tecnológico foi realizado nas bases de dados Escritório Europeu de Patentes (EPO), o Espacenet, para o levantamento de documentos patentários de mais de 90 países e do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), a fim de obter uma visão do panorama nacional. Os resultados mostraram que a levedura de cerveja possui patentes depositadas com aplicações nos setores industriais de química, saúde, cosméticos, agropecuária e alimentos. Verificou-se que o subproduto apresenta uma maior aplicação no próprio ramo de alimentos – como, por exemplo, na panificação e na indústria de bebidas –, ocupando 51% dos documentos patentários extraídos; 31% no setor de química – tal como no tratamento de efluentes e na produção de biocombustíveis – e uma parcela inferior a 20% nos demais setores – como na formulação de produtos de beleza e ração animal. China, Japão e Estados Unidos destacaram-se tanto por serem os países com maior número de patentes publicadas, quanto como os principais depositantes, evidenciando que os países desenvolvidos ainda são os maiores detentores dessas tecnologias. No Brasil, por outro lado, há poucas invenções relacionadas ao tema, sendo as universidades públicas os únicos depositantes nacionais.

Palavras-chave: biomassa; levedo de cerveja; prospecção tecnológica

INTRODUÇÃO

A biomassa ou levedo é o subproduto obtido após a fermentação, sendo constituído, principalmente, pelas bactérias fermentativas. Geralmente, é recuperada e reutilizada em novas bateladas de fermentação. Porém, em função da perda de suas características e degeneração, as leveduras não podem ser infinitamente utilizadas e por isso são descartadas a cada quatro ou seis fermentações e um novo inóculo é preparado e utilizado (1).

No processo de baixa fermentação é produzido de 1,7 a 2,3 kg de levedo por m³ de cerveja (2). Considerando a produção anual, no Brasil, é gerado em torno de 30 mil toneladas de levedo por ano, o que representa o segundo maior resíduo, em volume, da indústria cervejeira.

Inicialmente o levedo de cerveja excedente era utilizado na alimentação animal e posteriormente introduzido na alimentação humana, considerando que esse subproduto apresenta alto teor de proteínas e bom desempenho biológico (3). Considerando as características nutricionais da biomassa, associado ao grande volume de geração dessa matéria-prima, existe uma preocupação por parte da indústria cervejeira em agregar valor a esse produto, assim como encontrar possibilidades de uso desse resíduo. Por conta disso, já é possível encontrar em artigos científicos o uso da biomassa cervejeira como matéria-prima no desenvolvimento de hidrolisados, bebidas fermentadas e enzimas, além da prospecção de aplicação como agente de remoção de metais em efluentes (2).

A prospecção tecnológica pode ser definida como um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de influenciar de forma significativa na indústria, na economia ou na sociedade como um todo. Diferentemente das atividades de previsão clássica, que se dedicam a antecipar um futuro suposto como único, os exercícios de prospecção são construídos a partir da premissa de que são vários os futuros possíveis. Tipicamente, em tais casos, as ações presentes alteram o futuro, como ocorre com a inovação tecnológica (4).

O monitoramento pode ser considerado a metodologia de prospecção mais básica e amplamente utilizada. Ela permite identificar eventos científicos, técnicos ou socioeconômicos importantes, utilizando fontes de informação a fim de produzir um rico e variado conjunto de dados, baseando-se em fontes de natureza técnica como catálogos, revistas, artigos científicos, patentes, entre outros (5).

O Brasil, por estar entre os principais produtores mundiais de cerveja, apresenta como consequência a elevada produção de resíduos decorrentes da fabricação desse produto. Dentre os resíduos, destaca-se o levedo ou biomassa. Uma vez que esse subproduto apresenta teor proteico elevado, ele tem aplicação, principalmente, na alimentação animal e humana. Porém, é de interesse da indústria cervejeira o conhecimento das possibilidades de utilização da biomassa e de técnicas que permitam agregar valor a esse resíduo, tornando-o matéria-prima para o desenvolvimento de outros produtos.

Nesse contexto, a prospecção tecnológica é uma ferramenta que auxilia na identificação de informações que atendam a essa demanda de conhecimento, dando suporte na tomada de decisão, além de identificar pontos fortes e fracos no que diz respeito ao desenvolvimento de novos produtos e tecnologias ligadas ao reaproveitamento da biomassa proveniente da indústria cervejeira.

Existem trabalhos na literatura que discutem os usos e aplicações do levedo de cerveja (2, 6, 7). Entretanto, dentre esses documentos, nenhum se utiliza de informações provenientes de documentação patentária. Existe, portanto, uma lacuna de informações que necessita ser estudada e que diz respeito às invenções que relacionam a aplicação do resíduo de levedo de cerveja como matéria-prima no desenvolvimento de novos produtos e processos.

Este estudo visou realizar a prospecção tecnológica em documentos patentários de alternativas de uso da biomassa proveniente da indústria cervejeira através da

identificação e análise dos setores industriais que utilizam o levedo de cerveja como matéria-prima para o desenvolvimento de produtos e processos, bem como do panorama nacional da proteção de patentes relacionadas a essa matriz.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a definição para as palavras-chave, foi necessário compilar alguns termos em inglês relacionados a três grupos de assuntos: levedura, cerveja e reaproveitamento de resíduos.

Tabela 1 – Palavras-chave selecionadas divididas por tema e expressão de busca resultante.

TEMAS	PALAVRAS-CHAVE	EXPRESSÃO DE BUSCA
Levedo	<i>yeast</i>	nftxt = "yeast" AND (nftxt = "beer" OR nftxt = "brew*") AND (ta = "residu*" OR ta = "byproduct" OR ta = "by product" OR ta = "waste" OR ta = "spent")
Cerveja	<i>beer; brew*</i>	
Resíduos	<i>residu*; byproduct; by-product; waste; spent</i>	

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ao realizar a busca com a expressão previamente definida, utilizou-se a ferramenta de filtros do *Espacenet* para extrair os 100 grupos principais da classificação IPC com maior número de patentes que atendessem aos comandos e palavras-chave da pesquisa. Estes dados foram adicionados ao *Excel*, onde averiguou-se, a partir do sistema hierárquico das classificações, as subclasses de tais grupos. O *software* também foi utilizado para a análise dos resultados obtidos.

As palavras-chave utilizadas para a consulta à base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) foram baseadas nas mesmas utilizadas no *Espacenet*, a fim de resgatar documentos que também visam a utilização do resíduo da indústria cervejeira. Utilizou-se, para título, as palavras-chave “CERVEJA* AND LEVED* OR SACCHAROMYCES” e, para o resumo, “RESÍDUO* OR SUBPRODUTO* OR REJEITO*”, também empregando os operadores lógicos booleanos *OR* e *AND*, que precisam sempre estar em inglês, para criar regras de união e interseção dos termos, respectivamente.

O estudo foi feito considerando apenas o banco de patentes brasileiro. As buscas foram efetuadas utilizando os códigos de classificação e as palavras-chave. O levantamento de dados foi efetuado com todos os documentos, sem limite temporal. Nessa etapa, foram levantadas informações sobre os principais depositantes, a distribuição de depósitos por estado da federação, as principais tecnologias e os novos produtos associados à biomassa da indústria cervejeira.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificação dos setores industriais

O número total de patentes contabilizadas foi de 10985. No entanto, vale ressaltar que, no sistema de classificação de patentes, um invento pode receber quantas classificações forem necessárias. Conseqüentemente, ao fazer o somatório do número de documentos recuperados nas buscas restritas por grupos de subclasses – neste caso, representados pelos setores industriais –, há a contabilização de patentes repetidas.

As subclasses dos 100 grupos da classificação IPC com mais patentes depositadas foram divididas de acordo com as descrições das mesmas, agrupando aquelas que apresentam aplicação em um mesmo setor industrial. Destaca-se que a subclasse A23L refere-se tanto a alimentos quanto a bebidas não alcoólicas, não sendo possível, então, separá-los como setores industriais distintos.

Torna-se evidente, a partir da Tabela 2, que o subproduto proveniente da indústria cervejeira apresenta uma maior aplicação no próprio ramo de alimentos e bebidas, ocupando 51% dos documentos patenteários extraídos. Em seguida, o setor de química apresenta predominância em 31% dos resultados. Os outros setores mostraram uma menor relevância, tendo em vista que os mesmos representam uma parcela inferior a 20% das patentes recuperadas.

Tabela 2 – Divisão das subclasses por setores industriais

SETORES INDUSTRIAIS	SUBCLASSES IPC	Nº DE PATENTES
Alimentos e bebidas	A21D; A23F; A23J; A23L; C12C; C12F; C12G; C12H; C12J.	5636
Química	B01D; B01J; B09B; C02F; C05F; C05G; C07H; C08B; C09K; C10L; C11D; C12M; C12N; C12P; C12Q; C12R; C13K; G01N.	3378
Agropecuária	A01G; A01K; A01N; A23K.	1356
Saúde e cosméticos	A61K; A61P; A61Q.	615

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ademais, verificou-se que China, Japão e Estados Unidos destacam-se tanto por serem os países com maior número de patentes publicadas, quanto como os principais países depositantes. Segundo a Organização Mundial da Propriedade Intelectual, pelo seu último relatório anual de indicadores mundiais com os dados de 2019, verifica-se que estes mesmos três países lideram o topo do ranking de registro de patentes, que leva em conta os 20 escritórios de concessão patentária de maior destaque mundial (8).

Setor de saúde e cosméticos

Os principais resultados com finalidade nas propriedades terapêuticas e cosméticas baseiam-se nas atividades antibactericida, antitumoral e antioxidante dos membros do gênero *Saccharomyces*, tornando-os efetivos contra diversos patógenos (9).

Na literatura, também há estudos que mostram que, quando ingerida, a levedura eleva a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) na flora intestinal, prevenindo a ocorrência de diarreia (10). Os documentos JP2005120100A e US6919082B2, por exemplo, utilizam tal propriedade para propor uma composição farmacológica tendo frações da parede celular da levedura como constituinte ativo (11).

Dentre as aplicações como cosmético, utiliza-se o levedo na formulação de produtos para cuidados tanto para os cabelos quanto para a pele. Pode-se destacar o documento de patente CN111135133A, o qual descreve o preparo de um extrato que pode ser utilizado como ingrediente ativo na formulação de cosméticos, como máscaras faciais (12).

Setor agropecuário

Neste setor, o resíduo de levedo é basicamente direcionado para a fabricação de ração animal devido suas excelentes características nutricionais, assim como o bagaço de malte (13).

Há diversos documentos, portanto, de invenções relacionadas a método de preparo, processamento e aplicações neste sentido, para a alimentação de gados, suínos, peixes e dentre outros animais, como reivindicado em GB1406713A, RU2075298C1, CN111213784A e CN105815567A, ou até mesmo para o cultivo de shiitake, conforme a patente CN106242770A.

McGarrity propõe na invenção US6042629A a utilização dos rejeitos de soluções de soda cáustica e de ácido fosfórico – empregadas na indústria cervejeira para a limpeza e rinsagem de equipamentos – na produção de uma solução fertilizante composta por fosfato de potássio. As leveduras residuais, por serem uma fonte rica de nitrogênio, podem ser adicionadas em soluções fertilizantes para complementar a concentração deste nutriente, demonstrando que o levedo apresenta um potencial também na agricultura (14).

Setor de química

A propriedade fermentativa da levedura, já comumente conhecida, é aproveitada para a produção de biocombustíveis, como o etanol. Há documentos publicados, como CN101410498A, que apresentam métodos onde o subproduto da indústria cervejeira é empregado para tal fim.

Além disso, a *Saccharomyces cerevisiae* apresenta possíveis sítios de ligações com metais e corantes na sua parede celular, fazendo com que seja um forte adsorvente dessas substâncias (15). Tal característica proporcionou o registro de diversas patentes que a utilizam para o tratamento de efluentes, principalmente para tratar águas contaminadas por metais pesados.

Outro uso, ainda utilizando a capacidade de adsorção do levedo, é na produção de catalisadores. No documento de número CN102836748A, é descrito um método de preparo de um catalisador específico para reação de oxidação do ozônio a partir de uma solução de metal de transição – dentre Fe, Zn, Ni, Co ou Mn – e fermento residual seco (16).

Panorama nacional

Foram resgatados apenas seis patentes, como demonstra a Tabela 3. Nota-se que, dentre os depositantes nacionais, todos são universidades públicas. Este resultado vai de encontro com o esperado, tendo em vista que as instituições de ensino público representam 19 dos 25 principais depositantes de patentes no Brasil, sendo a Universidade Federal do Paraíba a primeira colocada do ranking (17).

Além disso, as patentes estão bem distribuídas pelo Brasil, entre os estados do Paraná, São Paulo, Goiás e Paraíba. Já os depositantes estrangeiros são empresas do setor privado do Japão – Ajinomoto Co., Inc. – e dos Estados Unidos da América – Gevo, Inc. –, sendo esta última em conjunto com o Instituto de Tecnologia da Califórnia.

É válido destacar, ainda, que o único pedido de patente expirado é referente a Ajinomoto Co., Inc., visto que o pagamento da retribuição anual não é realizado desde 2013. Além disso, a invenção não está relacionada ao tema de interesse, sendo mais

voltada para engenharia genética na produção de cepa de *Saccharomyces cerevisiae* a nível industrial (18). A invenção da Gevo, Inc., apesar de ainda concedida, também não se relaciona ao uso de levedura, referindo-se a uma cepa recombinante para a produção de isobutanol, combustíveis e aminoácidos (19).

No cenário nacional, uma das patentes mais relevantes é BR 10 2017 020674 2 A2, da Universidade Federal de Goiás, a qual descreve o uso da levedura residual da produção industrial de bebidas e alimentos como reagente de flotação na recuperação de minerais, de forma eficiente e de menor custo. Esta é uma alternativa para o coletor convencionalmente empregado, constituído por óleo de soja e óleo sintético, ambos saponificados (20). A outra invenção, de número BR 10 2015 016211 1, possui aplicação na biotecnologia microbiana, compreendendo um processo de sequenciamento que possibilita a obtenção de manoproteína e β -glucana da parede celular de leveduras residuais sem empregar lavagens ácidas ou alcalinas (21).

Tabela 3 – Resultados da pesquisa na base de dados do INPI.

PEDIDO	DEPÓSITO	SUBCLASSE IPC	DEPOSITANTE(S)
BR 10 2018 013772 7	05/07/2018	C12P; C12R	UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ; UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
BR 10 2017 020674 2	27/09/2017	C12N; C12R; B03D; C22B	UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
BR 10 2015 016211 1	29/05/2015	C02F; B01D; B01D; C07H	UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
BR 10 2012 020798 2	17/08/2012	C12P; C12R	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
BR 11 2012 020261 8	11/02/2011	C12N	GEVO, INC.; CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
PI 0106663-3	24/05/2001	C12N; C12P	AJINOMOTO CO., INC.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Aplicações na indústria de alimentos e bebidas

Em um primeiro momento, usando como base a busca inicial, o setor de alimentos e bebidas aparentou predominar mais da metade das patentes, compreendendo 51% destas, visto que o valor encontrado foi de 5636. No entanto, uma avaliação mais cautelosa permitiu a visualização de que 3217 aplicações de patentes de autoria do inventor russo Kvasenkov Oleg Ivanovich são bastante similares entre si, de modo que não atendem aos requisitos de novidade e atividade inventiva. Desta forma, tais patentes foram excluídas do estudo, restando 2492.

A invenção US10104897B2 descreve a utilização de levedura para a panificação, removendo seus resíduos do processo de produção de cerveja, seguindo para a secagem, congelamento e, por fim, processamento em massas para pizzas congeladas. Os açúcares presentes na receita funcionam como substrato para a fermentação da levedura (22).

No entanto, uma das barreiras para a consolidação do uso da levedura de cerveja como fonte de proteína para consumo humano é justamente o seu paladar amargo, devido à absorção de taninos, resinas e óleos essenciais provenientes do lúpulo. Dessa forma, é

necessário passar por alguma etapa de remoção ou diminuição deste sabor amargo como, por exemplo, a lavagem alcalina da biomassa (23).

De acordo com o *Brewers Association*, o número de cervejarias nos Estados Unidos da América tem tido um *boom* de crescimento desde 2010 (24), como mostra a Figura 1. Por isso, investigou-se a atividade de patenteamento no período entre 2009, ano anterior ao surgimento desta tendência, até 2018, levando-se em consideração o período de sigilo de 18 meses que os pedidos de depósitos são submetidos a partir da data de depósito ou da prioridade mais antiga (25).

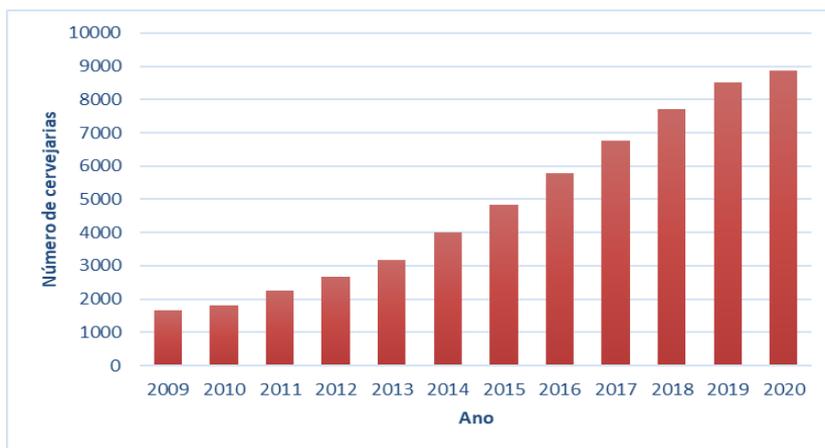


Figura 1 - Total de cervejarias por ano nos EUA.

Fonte: *Brewers Association* (2021).

Através da Figura 2, pode-se ver o crescimento acelerado no número de patentes registradas entre os anos de 2009 e 2017, o que pode indicar que o aumento no número de cervejarias no país, além de elevar o volume de geração desse subproduto, também alavancou o interesse das indústrias norte-americanas por uma melhor destinação deste resíduo, além da preocupação em agregar valor a esse produto. No ano de 2018, houve uma leve queda, mas ainda obteve um valor significativo de registro de patentes igual a 223.

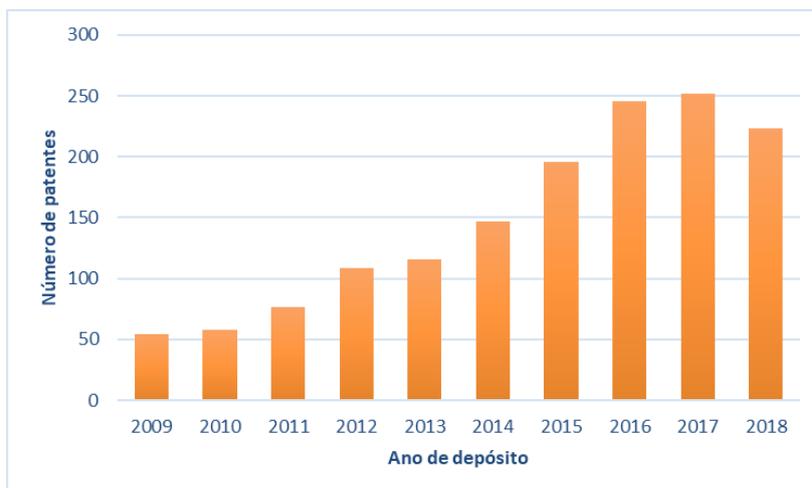


Figura 2 - Evolução dos depósitos de patentes relacionados ao uso da levedura residual no setor de alimentos e bebidas, de 2009 a 2018.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

CONCLUSÕES

Assim, com todos os resultados apresentados, foi possível realizar um mapeamento geral do levedo como resíduo da indústria cervejeira, principalmente no âmbito internacional. Conforme observado, os países mais desenvolvidos como Estados Unidos, China e Japão são os países detentores de tecnologias relacionadas à biomassa de cerveja. Percebeu-se que o número de depósitos de patentes nos E.U.A. evoluiu em consonância com o crescimento do número de cervejarias no país, fato este que pode indicar um incentivo por parte da indústria. Enquanto isso, no Brasil, há apenas seis patentes referentes ao tema – uma delas já expirada – e todos os inventores nacionais são universidades públicas.

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* mostrou-se uma matéria-prima versátil, que pode ser empregada nos mais diferentes setores industriais devido seu grande potencial biotecnológico. No que se refere à utilização da levedura residual no setor de alimentos e bebidas, não foi possível um aprofundamento de suas possíveis aplicações devido a quantidade de documentos de patentes não relacionados ao tema que não foram filtrados na busca. Ademais, o *Espacenet* é uma ferramenta bastante prática, mas possui limitações durante a filtragem dos resultados para a obtenção de resultados mais eficazes. Assim, sugere-se que, para trabalhos futuros, um estudo mais minucioso acerca das palavras-chave seja feito.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro dado ao projeto.

REFERÊNCIAS

1. Costa, A. J. H. Produção de cerveja weiss artesanal: processamento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial [monografia]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2018.
2. Ferreira, I. M. P. L. V. O.; Pinho, O., Vieira, E.; Tavarela, J. G. (2010). Brewer's *Saccharomyces* yeast biomass: characteristics and potential applications. *Trends in Food Science & Technology*, 21(2), 77–84.
3. Caballero-Córdoba, G. M.; Pacheco, M. T. B.; Sgarbieri, V. C. (1997). Composição química da biomassa de levedura integral (*Saccharomyces* sp.) e determinação do valor nutritivo da proteína em células íntegras ou rompidas mecanicamente. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 17(2), 102–106.
4. Caruso, L. A.; Tigre, P. B. Modelo SENAI de prospecção: documento Metodológico. Montevideu: CINTERFOR/OIT, 2004. 77p. (Papeles de la Oficina Técnica, 14).
5. Santos, M. M.; Coelho G. M.; Santos, D. M.; Fellows, L. Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens. *Parcerias estratégicas*.

- 2004, 9(19), 41p.
6. Pérez-Torrado, R.; Gamero, E.; Gómez-Pastor, R.; Garre, E.; Aranda, A.; Matallana, E. (2015). Yeast biomass, an optimised product with myriad applications in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 46(2), 167–175.
 7. Wang, J.; Chen, C. (2006). Biosorption of heavy metals by *Saccharomyces cerevisiae*: A review. *Biotechnology Advances*, 24(5), 427–451.
 8. WIPO. World Intellectual Property Indicators 2020 [Internet]. Genebra: WIPO, 2020 [acesso em 5 Mai 2021]. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2020.pdf
 9. Liong, M.-T. (2011). [Microbiology Monographs] Probiotics Volume 21. *Biology of Eukaryotic Probiotics*. (Chapter 2), 29–55.
 10. Schneider, S. M. (2005). Effects of *Saccharomyces boulardii* on fecal short-chain fatty acids and microflora in patients on long-term total enteral nutrition. *World Journal of Gastroenterology*, 11(39), 6165.
 11. Nakamura, T.; Shirasu, Y.; Wakabayashi, H. Prophylaxis and/or symptom ameliorate agent for allergic disease comprising yeast cell wall fraction. Japão. JP2005120100A. Concessão: 12 mai. 2005.
 12. Li Li; Xiong Lidan; Tang Jie; Shu Xiaohong; Wang Xi. Cosmetic based on beer brewing residue extract and preparation method of cosmetic. China. CN111135133A. Concessão: 12 mai. 2020.
 13. Cordeiro, L. G. Caracterização e viabilidade econômica do bagaço de malte oriundo de cervejarias para fins energético [dissertação]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2011.
 14. McGarrity, M. J. Fertilizer from brewery cleaning and rinsing solutions. Estados Unidos da América. US6042629A. Concessão: 28 mar. 2000.
 15. Dillari, G. Estudo da interação adsorptiva entre *Saccharomyces cerevisiae*, quitosana e corantes têxteis [dissertação]. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista; 2017.
 16. Cai Junxiong; Cui Longzhe; Wu Guiping; Xiang Luoqing; Kang Jin; Yi Chuan. Method for preparing ozone oxidation catalyst by utilizing waste beer yeast. China. CN102836748A. Concessão: 26 dez. 2012.
 17. INPI. Instituto Nacional de Propriedade Industrial 2020 [Internet]. Rio de Janeiro: INPI, 2020. Rankings dos depositantes residentes em 2019 [acesso em 10 Abr 2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/acesso-a-informacao/pasta-x/estatisticas-preliminares/arquivos/documentos/ranking-maiores-depositantes-residentes-2019.pdf>

18. Nishiuchi, H.; Sano, K.; Sugimoto, R.; Ueda, Y. Cepa de *Saccharomyces cerevisiae*, extrato de levedura produzido por cultivo de uma cepa de *Saccharomyces cerevisiae*, e, processo para reprodução de uma cepa de *Saccharomyces cerevisiae* que contém epsilon-glutamilcisteína. Brasil. PI 0106663-3 A2. 2002.
19. Evans, K.; Kelly, J.; Bastian, S.; Arnold, F.; Buelter, T.; Hawkins, A. et al. *Saccharomyces cerevisiae* recombinante e método de produção de isobutanol. Brasil. BR 11 2012 020261 8 C8. Concessão: 10 mar. 2020.
20. Silva, A. C.; Silva, E. M. S.; Leal, G. S.; Cara, D. V. C.. Células de levedura (*Saccharomyces* sp) saponificada como reagente de flotação de apatita. Brasil. BR 10 2017 020674 2 A2. 2019.
21. Magnani, M.; Gomez, R. J. H. C.; De Souza, E. L.; De Melo, A. N. F.; Araújo, V. B. da S.; Veras, R. C.. Processo sequencial de obtenção de manoproteína e β -glucana e a partir de levedura descartada em cervejaria. Brasil. BR 10 2015 016211 1. 2015.
22. Allgeier, M.; Brown, T. Systems and methods for making spent grain dough products. Estados Unidos da América. US10104897B2. Concessão: 23 out. 2018.
23. Sgarbieri, V. C.; Alvim, I. D.; Vilela, E. S. D.; Baldini, V. L. S.; Bragagnolo, N. Produção piloto de derivados de levedura (*Saccharomyces* sp.) para uso como ingrediente na formulação de alimentos. *Brazilian Journal Food Technology*, v. 2, n.1,2, 1999, p.119-125.
24. National Beer Sales & Production Data. Brewers Association, 2021 [Internet]. Disponível em: <https://www.brewersassociation.org/statistics-and-data/national-beer-stats/>
25. Brasil. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula os direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo. Brasília: 14 mai. 1996.



QUÍMICA E BIOQUÍMICA DE ALIMENTOS

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-110>

Capítulo 110

TEOR DE SELÊNIO EM DIFERENTES OLEAGINOSAS: UMA REVISÃO

Ana Luísa Schiessl Fabri¹; Emerson Eiji Zenin²; Maria Manuela Camino Feltes³

¹Estudantes do Curso de Engenharia de Alimentos - CTC -UFSC; E-mail: shiesslfabria@gmail.com ,

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTC - UFSC; E-mail:

emersonzenin93@gmail.com, ³Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCA - UFSC. E-mail: manuela.feltes@ufsc.br.

Resumo: O selênio é um mineral essencial importante para diversas funções biológicas, incluindo ação antioxidante, síntese de hormônios e auxílio na prevenção de doenças. Nos alimentos de origem vegetal, sua biodisponibilidade e toxicidade são dependentes da especiação em que se encontra, sendo a selenometionina uma das formas mais biodisponível e menos tóxica. O teor deste mineral em alimentos é dependente das características do solo e, conseqüentemente, da origem da matéria-prima, e do tecido vegetal. A castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) é a oleaginosa com maior teor de selênio, porém outras matrizes semelhantes apresentam teores deste mineral em quantidade suficiente para atingir a dose para ingestão recomendada para um adulto saudável. Assim, esta revisão tem como objetivo principal apresentar dados sobre a incidência, a quantidade e as técnicas analíticas aplicadas para a identificação e quantificação de selênio em oleaginosas diversas de diferentes origens. As informações aqui levantadas contribuem para a compreensão das variadas formas de selênio existentes, a incidência em diversas matrizes e os equipamentos que costumam ser usados para sua determinação.

Palavras-chave: Castanha do Pará, oleaginosa, selênio.

INTRODUÇÃO

O selênio (Se) é um elemento não metálico descoberto no século 18 pelo químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1). Inicialmente, o interesse pelo selênio era decorrente de sua toxicidade, porém com o reconhecimento, em 1957, de que é um microelemento essencial, as pesquisas sobre seu papel metabólico, efeitos benéficos para a saúde e as conseqüências de sua deficiência se intensificaram (2). Atualmente, se sabe que o selênio é um mineral essencial para várias vias metabólicas, importante no metabolismo do hormônio tireoideano e com função imunológica (3). Estudos apontam sua atuação na neutralização da toxicidade de metais pesados como mercúrio (4). Além disso, também é fundamental para a saúde humana devido ao seu papel como antioxidante (5). A deficiência deste mineral no organismo humano leva a doenças graves (6), como

problemas no funcionamento do sistema cardiovascular (6), redução da resistência imunológica a doenças infecciosas (7), e ainda é um fator de risco para catarata relacionada à idade (8). Por outro lado, uma ingestão excessiva de Se pode causar diversos problemas de saúde, como a intoxicação humana por este mineral, denominada selenose (9), que inclui sintomas como unhas quebradiças, perda de cabelo, distúrbios neurológicos e gastrointestinais, halitose e maior incidência de cáries (5, 9, 10). De acordo com o Instituto de Medicina americano, a dose diária recomendada (RDA) de selênio para homens e mulheres adultos é de 55µg (0,7 mol) por dia, média baseada na necessidade de maximização da síntese de selenoproteína glutationa peroxidase (3). Já o limite máximo recomendado (*upper limit* - UL) ou a dose máxima diária recomendada de ingestão de selênio sem riscos de causar danos é de 400 µg/dia (2). Porém, os limites entre os níveis essenciais, benéficos e tóxicos variam com a sua especiação e biodisponibilidade (5).

A ingestão de Se é proveniente em maiores quantidade do consumo de alimentos como a castanha-do-brasil e outras plantas oleaginosas, e em alimentos de origem animal como peixes, frango, carnes, ovos (4, 10). O teor de Se nos alimentos depende do teor de Se no solo de cada região e do acúmulo nas plantas (4). Atualmente, muitas pesquisas estão sendo realizadas sobre o teor de selênio na castanha-do-brasil, também conhecida como castanha do Pará, já que é um dos alimentos ricos em selênio. Entretanto, muitas outras oleaginosas consumidas pela população brasileira também possuem selênio. Assim, esse trabalho tem como objetivo fazer um levantamento bibliográfico sobre o teor de selênio em diferentes frutos e sementes oleaginosas, as técnicas de detecção empregadas e a toxicidade de diferentes formas deste mineral.

DIFERENTES FORMAS DO SELÊNIO E TOXICIDADE DAS ESPÉCIES

Na natureza encontra-se uma variedade de espécies de um dado elemento que ocorre de forma natural. Isso se dá por diversas ações humanas e/ou devido a modificações geradas por organismos vivos; assim, diferentes áreas de estudos têm focado em formas de caracterizar compostos e espécies de um elemento (11).

Diferentes formas físico-químicas ocorrem com o selênio, que pode ser encontrado na sua forma orgânica ou inorgânica. Na sua forma orgânica, existe como análogo de aminoácidos sulfurados, principalmente selenometionina (SeMet) e selenocisteína (SeCis); as formas inorgânicas mais abundantes (5), por sua vez, correspondem aos sais selenato (SeO_4^{-2}) e selenito (SeO_3^{-2}) (12), sendo que o selenato predomina em solos alcalinos e bem oxidados, e o selenito está em maiores quantidades em solos drenados com pH ácido e neutro (10, 12). O selenato é mais solúvel em água do que o selenito e também mais biodisponível para as plantas, principalmente em solos alcalinos (5, 12). A quantidade de selênio absorvido pelas plantas depende da concentração do mineral no solo e do pH, que, por consequência, afeta a adsorção do selênio no solo (11).

Existem vários exemplos das diferentes formas físico-químicas do selênio que podem ser encontradas nas plantas, a saber: selenito e selenato em arroz, dimetilseleneto em mostardas e metilselenocisteína em alhos. (13) Já na castanha-do-brasil, este mineral é encontrado na sua forma orgânica de selenioaminoácidos, onde o principal é a selenometionina SeMet, podendo ou não apresentar selenocisteína SeCys² (4, 14).

Quando consumido através dos alimentos, as formas orgânicas são as mais biodisponíveis, uma vez que têm maior capacidade de aumentar o teor de Se no sangue, com destaque para SeMet que é armazenada em proteínas de tecidos (15). Já a biodisponibilidade das formas inorgânicas é inferior, uma vez que são mais facilmente excretadas na urina (16). Em animais, as formas orgânicas do selênio são metabolizadas pelo organismo inicialmente como o aminoácido sulfurado análogo e incorporadas em selenoproteínas não funcionais como as proteínas de tecidos musculares. Para serem associadas a selenoproteínas funcionais, o composto proteico precisa ser hidrolisado para liberar o selênio, que então é metabolizado na forma de seleneto (HSe^-). Já as formas inorgânicas são diretamente metabolizadas via seleneto e incorporadas em selenoproteínas funcionais como a glutathione peroxidase (16, 17). Esta é uma enzima muito importante para o organismo humano, pois está envolvida no sistema de defesa enzimática contra o aumento de radicais livres (10). O selênio também participa de outras enzimas antioxidantes chamadas selenodeiodinases, além da glutathione peroxidase, como a selenoproteína P e a tirosina redutase (18), sendo alguns exemplos, dado que, no genoma humano, foram identificados 25 genes para selenoproteínas (1).

Quanto à toxicidade, Rayman et al. (2008) relatam em sua revisão que, com base em estudo em animais, as formas inorgânicas do mineral são mais tóxicas do que as orgânicas. Em ordem decrescente, a toxicidade do selenito é equivalente à da SeCys e superior à do selenato; em seguida, tem-se L-SeMet, D-SeMet, Se-metil-selenocisteína e outras formas orgânicas; e as formas metiladas do selênio são mesmo tóxicas do que as formas não metiladas.

TEOR DE SELÊNIO EM OLEAGINOSAS COM FOCO NA CASTANHA-DO-BRASIL

A castanha-do-brasil possui o maior teor de selênio entre todas as nozes comestíveis e é considerada uma das fontes alimentares com maior teor deste mineral (19). Por este motivo, diversos estudos sobre o benefício do consumo da castanha-do-brasil confirmaram que a ingestão diária de duas castanhas é tão suficiente quanto a ingestão de suplemento de selenometionina, visando o aumento plasmático de selênio (20).

Altos teores deste mineral também foram relatados em amêndoas, avelãs e pistache (21), porém vale destacar que a quantidade do selênio e sua especificação, nos alimentos de origem tanto animal quanto vegetal, são influenciadas por fatores ambientais, principalmente pelo tipo de solo da região produtora (20).

Trabalhos realizados para a quantificação de selênio em sementes e nozes comestíveis, verificaram que, na castanha-do-brasil, o teor pode variar de $160 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ a $2020 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$, sendo que a maior quantidade foi encontrada em castanhas provenientes da região norte da América do Sul. Os teores de selênio reportados em amêndoas, avelãs e pistache são $52,00 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$, $90,00 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ e $85,00 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ respectivamente (22).

Através de diversos estudos, é possível conhecer a diversidade de oleaginosas que apresentam selênio em sua composição. Na Tabela 1, são apresentadas referências que avaliaram o teor de selênio em amostras oleaginosas de diferentes regiões geográficas, do Brasil e do exterior, utilizando técnicas de detecção variadas.

Analisando a Tabela 1, observa-se os diferentes teores de selênio em uma mesma espécie de oleaginosa, o que evidencia a influência da origem geográfica da amostra na concentração deste mineral.

Tabela 1 – Teor de selênio quantificado em oleaginosas de diferentes origens.

Oleaginosa (Nome científico)	Origem (País)	Técnica de detecção	Se (μg /100 g)	Fonte
Castanha-do-brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	Goiás (Brasil)	HG-AAS ^a	2220,34	(23)
Castanha-do-brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	Acre e Rondônia (Brasil)	-	306 \pm 401	(24)
Castanha-do-brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	Manaus e Belém (Brasil)	-	3600 \pm 5000	(24)
Castanha-do-brasil (<i>Bertholletia excelsa</i>)	Wroclaw (Polônia)	ICP-OES ^b	1000 ⁽¹⁾	(25)
Semente de Couroupita (<i>Couroupita guianensis</i>)	Pernambuco (Brasil)	ICP-OES	160 ⁽²⁾	(26)
Castanha de Caju (<i>Anacardium occidentale</i>)	Rio Grande do Norte (Brasil)	AAS ^c	22,82 \pm 3,66	(27)
Castanha de Caju-do-cerrado (<i>Anacardium othonianum</i>)	Noroeste de Goiás (Brasil)	HG-AAS	1,02	(28)
Castanha de Caju Torrada (<i>Anacardium occidentale</i>)	Goiás (Brasil)	HG-AAS	26,84	(23)
Amêndoa de Baru (<i>Dipteryx alata</i>)	Goiás (Brasil)	ICP-OES	0,1 \pm 0,01	(27)
Amêndoa de Baru (<i>Dipteryx alata</i>)	Goiás (Brasil)	HG-AAS	0,26 \pm 0,03	(29)
Amêndoa de Baru (<i>Dipteryx alata</i>)	Cerrado (Brasil)	HG-AAS	0,37 \pm 0,06	(30)
Amêndoa de Baru Torrada (<i>Dipteryx alata</i>)	Oeste de Goiás (Brasil)	HG-AAS	1,99	(23)
Castanha de Bacuri (<i>Platonia insignis</i>)	-	HG-AAS	10,7	(31)
Castanha de Sapucaia (<i>Lecythis usitata</i>)	Piauí (Brasil)	ICP-MS ^d	4690 \pm 387 ⁽¹⁾	(32)
Amendoim torrado (<i>Arachis hypogaea</i>)	Goiás (Brasil)	HG-AAS	324,76	(23)
Pistache (<i>Pistachia vera</i>)	Sicília (Itália)	CSP ^e	89,3 \pm 0,2 ⁽⁴⁾	(33)
Semente de Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	Pequim (China)	ICP-MS	110 \pm 30 ⁽¹⁾	(21)
Amêndoa de Pequi (<i>Caryocar brasiliense</i>)	Cerrado (Brasil)	HG-AAS	1,40 \pm 0,01	(28)

(1) valor original em $\mu\text{g/g}$; (2) Valor original em $\text{mg}/100\text{ g}$; (3) valores originais em ppm; (4) valor original em $\mu\text{g}/\text{kg}$. (a) HG-AAS: espectrometria de absorção atômica por geração de hidreto; (b) ICP-OES: espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado; (c) AAS: espectrometria de absorção atômica; (d) ICP-MS: espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente; (e) CSP: Potenciometria de remoção catódica. Fonte: próprio autor

Entre as diferentes oleaginosas, os principais destaques são a castanha-do-brasil e a castanha de sapucaia. A castanha-do-brasil é uma planta acumuladora de selênio e apresenta uma concentração altamente variável deste mineral, inclusive dentro da mesma comunidade produtora e até mesmo entre diferentes frutos de uma mesma árvore (4).

A castanha de sapucaia, *L. ollaria*, e a semente de couroupita, também conhecida como Abricó de macaco, *C. guianensis*, pertencem à mesma família da castanha-do-brasil, a família Lecythidaceae. É relatado que o teor de selênio da castanha de sapucaia é muitas vezes superior ao teor encontrado em castanhas-do-brasil, sendo que, por esta razão, aquela matriz é considerada muitas vezes tóxica em algumas regiões, podendo essa toxicidade ser atribuída ao alto teor de selênio e a sua forma química predominante na castanha de sapucaia, a selenocisteína (4). Já a semente couroupita é consumida em forma de chás e infusões por nativos da região Amazônica que lhe atribuem propriedades medicinais, o teor do mineral nessa semente é reportado como sendo superior ao teor em castanhas-do-brasil e inferior ao teor relatado em castanha de sapucaia (26).

O teor de selênio nas oleaginosas originárias da Sicília (Itália), avelã, pistache e amêndoas (33), apesar de muito inferior ao teor reportado para as castanhas amazônicas, ainda então acima da dose diária recomendada.

Ainda, segundo os valores apresentados na Tabela 1, a castanha de caju da região norte também pode ser consumida como uma possível fonte de selênio já que apresenta em 100 g a metade da dose diária recomendada (27). As demais oleaginosas apresentadas (pequi e baru) apresentam um baixo teor de selênio em comparação com as demais.

O pistache de Pequim (China) também apresenta um teor significativo de selênio e, ainda, as sementes de girassol da mesma região contêm o dobro de selênio necessário diariamente (21).

DIFERENTES TÉCNICAS DE DETECÇÃO DE SELÊNIO EM OLEAGINOSAS

Para detectar o selênio em oleaginosas, diferentes técnicas analíticas são utilizadas, como espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP -OES) (23, 34), espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS) (21), espectrometria de emissão atômica com plasma de argônio (ICP-AES) (18), potenciometria de remoção catódica (CSP) (32), técnica HPLC (troca aniônica) acoplada com ICP-MS (36), espectrometria de absorção atômica em forno grafite (GFAAS) (11), digestão assistida por fotólise UV seguida de espectrometria de absorção atômica eletrotérmica (ET-AAS) (19) e espectrometria de absorção atômica por geração de hidreto HG-AAS (20, 29, 35, 36).

A técnica aplicada depende da disponibilidade do equipamento, do teor de mineral na amostra e conseqüentemente do limite de detecção do equipamento. A amostra, para ser quantificada, necessita passar por um preparo, o qual também é diverso, sendo que a amostra pode ser reduzida por moagem seguida de digestão ácida (34), tratada com micro-ondas (36), com aplicação de pressão, ou radiação ultravioleta (20).

Dentre as técnicas citadas, a técnica de espectrometria de absorção atômica por geração de hidreto (HG-AAS) quantifica mais facilmente amostras com baixo teor de selênio (38). Já foi empregada para a quantificação de selênio em matrizes como castanha

de bacuri e baru (31), amendoim, amêndoa de pequi (28), castanha-do-brasil (23), e também em gergelim (38), cereais, sementes e frutas secas (22). HG-AAS tem como princípio a geração do hidreto volátil por meio de uma reação química, onde o transporte do hidreto volátil para o atomizador ocorre através de um fluxo de gás inerte (31). O hidreto volátil entra em contato com o selênio da amostra reduzida, gerando o seleneto de hidrogênio. Este é varrido pelo gás de arraste até a chama, onde o selênio é atomizado e tem seu sinal de absorção registrado (39).

Já para determinar espécies de selênio, como selenito, selenato, selenometionina e selenocisteína, a técnica de cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC) acoplado com ICP-MS pode ser empregada (36), uma vez que possibilita a separação das espécies de selênio por afinidades e interações entre a fase móvel e a fase estacionária de uma coluna. A técnica é de fácil reprodução e tem baixos limites de detecção quando acoplada ao ICP-MS (40).

CONCLUSÕES

O teor de selênio em oleaginosas depende de diversos fatores, como a origem da matéria-prima, que tem um papel de destaque, uma vez que o teor selênio e o pH do solo dependem da região geográfica de cultivo da espécie. Outro fator determinante são as características da planta produtora com relação ao acúmulo de selênio nos tecidos.

A castanha-do-brasil é a espécie que mais se destaca em teor de selênio entre as oleaginosas frequentemente consumidas, apresentando uma das especiações mais biodisponível e menos tóxica do selênio, a selenometionina (SeMet). A castanha de caju também apresenta quantidade considerável deste mineral.

As técnicas de detecção de selênio em oleaginosas dependem da disponibilidade dos equipamentos e da compatibilidade entre o teor de selênio na amostra e o limite de detecção do equipamento. O HG-AAS tem sido muito empregado na quantificação de selênio em matrizes oleaginosas.

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Serviço Nacional de Aprendizagem do Cooperativismo (SESCOOP) pelo auxílio financeiro (Projeto CNPq/SESCOOP n. 403195/2018-7).

REFERÊNCIAS

1. Lu J, Holmgren A. Selenoproteins. *Journal Of Biological Chemistry*. Elsevier BV. 2009; 284(2):723-727.
2. Nóbrega PT. Selênio e a importância para o organismo humano- Benefícios e controvérsias [tese]. Porto: Universidade Fernando Pessoa;2015.
3. Santiago MB, Souza MLR. A review of selenium deficiency and susceptibility to viral infections with particular emphasis on the new coronavirus. *Brazilian Journal of Health Review*. 2020;3(5):11509-11520.

4. Lemire M, Fillion M, Barbosa Junior F, Guimarães JRD, Mergler D. Elevated levels of selenium in the typical diet of Amazonian riverside populations. *Science Of The Total Environment*. 2010;408(19):4076-4084.
5. Natasha, Shahid M, Niazi NK, Khalid S, Murtaza B, Bibi I, et al. A critical review of selenium biogeochemical behavior in soil-plant system with an inference to human health. *Environmental Pollution*. 2018; 234:915-934.
6. Kieliszek M. Selenium–Fascinating Microelement, Properties and Sources in Food. *MDPI AG*. 2019;24(7):1298.
7. Oropeza-Moe M, Wisløff H, Bernhoft A. Selenium deficiency associated porcine and human cardiomyopathies. *Journal Of Trace Elements In Medicine And Biology*. 2015; 31:148-156.
8. Post M, Lubiński W, Lubiński J, Krzystolik K, Baszuk P, Muszyńska M, et al. Serum selenium levels are associated with age-related cataract. *Annals Of Agricultural and Environmental Medicine*. 2018;25(3):443-448.
9. Lemire M, Philibert A, Fillion M, Passos CJS, Guimarães JRD, Barbosa F, et al. No evidence of selenosis from a selenium-rich diet in the Brazilian Amazon. *Environment International*. 2012; 40:128-136.
10. Rover Júnior L, Höehr NF, Vellasco AP, Kubota LT. Sistema antioxidante envolvendo o ciclo metabólico da glutatona associado a métodos eletroanalíticos na avaliação do estresse oxidativo. *Química Nova*. 2001;24(1):112-119.
11. Silva Junior E, Wadt L, Silva K, De Lima R, Batista K, Guedes M, et al. Natural variation of selenium in Brazil nuts and soils from the Amazon region. *Chemosphere*. 2017; 188:650-658.
12. Gupta M, Gupta S. An Overview of Selenium Uptake, Metabolism, and Toxicity in Plants. *Frontiers In Plant Science, Frontiers Media SA*. 2017;7:1-14.
13. Silva E. Combinação de técnicas para determinação de espécies de selênio [tese]. Campinas: Instituto de química da UNICAMP; 2012.
14. Moreda-Piñeiro J, Sánchez-Piñero J, Mañana-López A, Turnes-Carou I, Alonso-Rodríguez E, López-Mahía, et al. Selenium species determination in foods harvested in Seleniferous soils by HPLC-ICP-MS after enzymatic hydrolysis assisted by pressurization and microwave energy. *Food Research International*. 2018; 11:621-630.
15. Rayman M, Infante H, Sargent M. Selênio da cadeia alimentar e saúde humana: Spotlight on speciation. *British Journal of Nutrition*. 2018; 100 (2): 238-253.

16. Ekumah, JN, Ma Y, Akpabli-Tsigbe NDK, Kwaw E, Ma S, Hu J. Global soil distribution, dietary access routes, bioconversion mechanisms and the human health significance of selenium: a review. *Food Bioscience*. 2021; 41:100960.
17. Gierus M. Fontes orgânicas e inorgânicas de selênio na nutrição de vacas leiteiras: digestão, absorção, metabolismo e exigências. *Ciência Rural*. 2007; 37(4):1212-1220.
18. Santos OV, Corrêa NCF, Carvalho RN, Costa CF, França, LFF, Lannes SCS. Comparative parameters of the nutritional contribution and functional claims of Brazil nut kernels, oil and defatted cake. *Food Research International*. 2013;51(2):841-847.
19. Cardoso BR, Duarte GBS, Reis BZ, Cozzolino SMF. Brazil nuts: nutritional composition, health benefits and safety aspects. *Food Research International*. 2017;100: 9-18.
20. Manjusha R, Dash K, Karunasagar D. UV-photolysis assisted digestion of food samples for the determination of selenium by electrothermal atomic absorption spectrometry (ETAAS). *Food Chemistry*. 2007;105(1): 260-265.
21. Yin LL, Tian Q, Shao XZ, Kong XY, Ji YQ. Determination of Trace Elements in Edible Nuts in the Beijing Market by ICP-MS. *Biomedical and Environmental Sciences*. 2015;28(6):449-454.
22. Díaz-Alarcón JP, Navarro-Alarcón M, Laserrana HLG, López-Martínez MC. Determination of selenium in cereals, legumes and dry fruits from southeastern Spain for calculation of daily dietary intake. *Science Of The Total Environment*. 1996;184(3):183-189.
23. Freitas JB. Qualidade nutricional e valor protéico da amêndoa de baru em relação ao amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará [dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2009.
24. Chang JC, Gutenmann WH, Reid CM, Lisk DJ. Selenium content of Brazil nuts from two geographic locations in Brazil. *Chemosphere*. 1995; 30(4):801-802.
25. Welna M, Klimpel M, Zyrnicki W. Investigation of major and trace elements and their distributions between lipid and non-lipid fractions in Brazil nuts by inductively coupled plasma atomic optical spectrometry. *Food Chemistry*. 2008;111(4):1012-1015.

26. Silva MAAD. Composição química e avaliação termo-oxidativa do óleo da semente de *Couroupita guianensis* Aubl. por método de oxidação acelerada [dissertação]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba;2011.
27. Soares DJ, Sabino LBS, Sousa MSML, Magalhaes CEC, Almeida MMB, Sousa PHM, et al. Mineral content, based in the Recommended Daily Intake, in cashew nut obtained from conventional and organic cultivation in different stages of processing. *Semina: Ciências Agrárias*. 2012;33(5):1869-1876.
28. Sousa AGO, Fernandes DC, Alves AM, Freitas JB; Naves MMV. Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. *Food Research International*. 2011; 44(7):2319-2325.
29. Siqueira APS. Características nutricionais e funcionais e avaliação biológica da farinha da amêndoa de baru parcialmente desengordurada [dissertação]. Goiânia:Universidade Federal de Goiás;2013.
30. Fernandes DC, Alves AM, Castro GSF, Jordao Junior AA, Naves MMV. Effects of Baru Almond and Brazil Nut Against Hyperlipidemia and Oxidative Stress In Vivo. *Journal Of Food Research*. 2015; 4(4):38-46.
31. Greco AS. Desenvolvimento de método analítico para determinação de selênio em castanhas do cerrado por espectrometria de absorção atômica com geração de hidreto [dissertação]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados; 2016.
32. Demoliner F. Perfil químico da castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess) e obtenção de extrato hidrossolúvel vegetal por crioconcentração [tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2019.
33. Dugo G, La Pera L, Lo Turco V, Mavrogeni E, Alfa M. Determination of Selenium in Nuts by Cathodic Stripping Potentiometry (CSP). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003;51: 3722-3725
34. Brito RCM, Pereira Junior JB, Dantas KGF. Quantification of inorganic constituents in Brazil nuts and their products by inductively coupled plasma optical emission spectrometry. *Lwt*. 2019; 116:108383.
35. Parekh PP, Khan AR, Torres MA, Kitto ME. Concentrations of selenium, barium, and radium in Brazil nuts. *Journal Of Food Composition And Analysis*. 2008;21(4):332-335.

36. Silva EG, Mataveli LRV, Arruda MAZ. Speciation analysis of selenium in plankton, Brazil nut and human urine samples by HPLC–ICP-MS. *Talanta*. 2013; 110:53-57.
 37. Kurt C, Demirbas A, Nawaz MA, Chung G, Baloch FS, Altunay N. Determination of Se content of 78 sesame accessions with different geographical origin. *Journal Of Food Composition And Analysis*. 2020; 94:103621.
 38. Hegedós O, Hegedósová A, Imková S, Pavlík V, Jomová K. Evaluation of the ET-AAS and HG-AAS methods of selenium determination in vegetables. *Journal Of Biochemical And Biophysical Methods*. 2008;70(6)1287-1291.
 39. Akl MA, Ismael DS, El-Asmy AA. Precipitate flotation-separation, speciation and hydride generation atomic absorption spectrometric determination of selenium (IV) in food stuffs. *Microchemical Journal*.2006; 83(2):61-69.
- Silva L. Desenvolvimento de método (HPLC-ICP-MS) para estudos de certificação de selenometionina em material de referência de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) [dissertação]. Duque de Caxias: Instituto Nacional de Metrologia; 2015.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-111>

Capítulo 111

ESTUDO DOS TEORES DE POLIFENÓIS TOTAIS EM AZEITONAS AO LONGO DA COLHEITA

Patricia Prati¹; Edna Ivani Bertoncini²; Angélica Praela Pantano³

¹Dra. Pesquisadora Científica VI, APTA/Unidade Regional de Pesquisa e Desenvolvimento de Piracicaba. E-mail: patricia.prati@sp.gov.br;

² Dra. Pesquisadora Científica VI, APTA/Unidade Regional de Pesquisa e Desenvolvimento de Piracicaba. E-mail: edna.bertoncini@sp.gov.br.

³ Dra. Pesquisadora Científica VI, IAC/Centro de Ecofisiologia Biofísica – Climatologia. Email: angelica.pantano@sp.gov.br

Resumo: As principais características sensoriais do azeite de oliva são devido à sua composição em compostos fenólicos totais, conferindo exclusivo aroma e sabor, além de apresentarem propriedades de promoção à saúde, e conservação do azeite. A pesquisa objetivou acompanhar os conteúdos de compostos fenólicos totais dos frutos de azeitonas de diferentes cultivares durante a colheita, observando-se as diferenças em tais materiais, assim como suas variações ao longo do tempo. Também foram analisados os conteúdos de fenólicos totais nos azeites obtidos dos cultivares, objetivando-se comparar com os conteúdos das matérias-primas, e assim verificar as possíveis diferenças ocorridas. Os valores de compostos fenólicos totais foram maiores nos azeites de Koroneiki (1,49 mg EAG/ml) e Coratina (1,29 mg EAG/ml), não ocorrendo o mesmo para a determinação nos frutos, cujos maiores valores médios desses compostos foram encontrados em Coratina (18,74 mg EAG/g) e Arbosana (14,47 mg EAG/g), sendo que nos frutos de Koroneiki a média geral (12,64 mg EAG/g) foi menor. Conclui-se também que ocorreram grandes perdas de compostos fenólicos totais durante a extração dos azeites dos frutos, variando entre 13,61 e 31,70%, o que pode ser justificado pelo elevado nível de umidade dos mesmos (cerca de 60 a 70%), já que os compostos fenólicos totais presentes nas matérias-primas são hidrossolúveis e podem ter sido lixiviados juntamente com a água dos frutos, separada durante o processo de centrifugação da pasta.

Palavras-chave: azeite; compostos fenólicos; *Olea europae* L.; oliveira; polifenóis totais

INTRODUÇÃO

O azeite de oliva extra virgem é um produto obtido diretamente dos frutos sadios de azeitonas, a partir da extração mecânica, sem nenhum aditivo químico (1) e possui componentes antioxidantes naturais exclusivos quando comparado a outros óleos vegetais seja originados de sementes como os óleos de soja, amendoim, girassol, seja de outros óleos originários de frutas como o azeite de abacate e dendê.

Devido às suas propriedades nutricionais e sensoriais, o azeite de oliva extra virgem é um dos pilares da “Dieta Mediterrânea”. Sua composição em ácidos graxos,

gorduras monoinsaturadas, e seus antioxidantes naturais fornecem vantagens para a saúde (2). As características sensoriais deste produto, que possui um exclusivo aroma e sabor são principalmente devido à presença de componentes menores, especialmente voláteis e compostos fenólicos (3; 4).

O azeite de oliva extra virgem é conhecido por seu alto teor de substâncias fenólicas, sendo que as proporções de ácido oléico e tocoferóis são aquelas que apresentam propriedades de promoção da saúde (5). A contribuição dos componentes fenólicos para o tempo de conservação do azeite de oliva tem sido exaustivamente investigada, e a relação entre a estabilidade oxidativa do produto e suas respectivas concentrações está bem estabelecida.

Os polifenóis também são responsáveis pelo sabor do azeite (6), sendo que a mais importante classe de compostos fenólicos em frutos de azeitona são os ácidos fenólicos, alcoóis fenólicos, flavonóides e secoiridóides (7).

Os compostos voláteis são os principais responsáveis pelo aroma do azeite extra virgem de oliva, especialmente para as notas sensoriais de alta qualidade, ao passo que compostos com estrutura fenólica afetam o gosto, em especial o atributo organoléptico de amargo, e a estabilidade oxidativa do azeite extra virgem (8). Fenólicos e voláteis são os compostos principalmente responsáveis pelo aroma e sabor desejáveis do azeite extra virgem e, portanto, também responsáveis em determinar o grau de preferência dos consumidores, por este produto altamente apreciado.

Os conteúdos de fenólicos e voláteis, e os perfis de azeite, ambos dependem: das características de composição inicial dos frutos de azeitona utilizados no processamento, e dos fatores tecnológicos usados durante o processo de moagem dos frutos. A composição química e bioquímica, especialmente a atividade enzimática que age no momento do extravasamento do azeite dos vacúolos das células da azeitona e conferem a transformação de moléculas do azeite em substâncias aromáticas, dependem de alguns fatores agrônômicos como o cultivar utilizado (9; 10), o estágio de amadurecimento do fruto (11), condições edafoclimáticas e manejo da irrigação (12).

O objetivo da pesquisa foi acompanhar os conteúdos de compostos fenólicos totais dos frutos de azeitonas de diferentes cultivares durante a colheita, observando-se as diferenças desses constituintes em tais materiais, assim como suas variações ao longo do tempo. Também foram analisados os conteúdos de fenólicos totais nos azeites obtidos a partir dos cultivares, objetivando-se comparar com os conteúdos das matérias-primas, e assim verificar as possíveis diferenças ocorridas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo, foram coletados aleatoriamente cerca de 100 frutos de 10 árvores selecionadas e marcadas, referentes aos cultivares de produção mais expressiva nos pomares com plantas de 06 anos, a saber: Arbequina, Arbosana, Koroneiki, Coratina. Foram avaliadas 17 amostras semanais, compostas dos cultivares: Arbequina coletados nas áreas 1, 4, 6, 7 e 1D (ARBE1, ARBE4, ARBE6, ARBE7, ARBE1D); Arbosana coletados nas áreas 1, 4, 6, 7 e 1D (ARBO1, ARBO4, ARBO6, ARBO7, ARBO1D); Koroneiki das áreas 1, 4, 6, 7 e 1D (K1, K4, K6, K7, K1D); e Coratina das áreas 7A e 8 (C7A, C8). Todo esse material foi originado de propriedade localizada no município de Cachoeiras do Sul/RS.

A Tabela 1 ilustra as datas de coletas realizadas em cada área no ano de 2021 (safra 2020/2021).

TABELA 1. Datas das coletas de cada cultivar em cada área selecionada.

Cultivar	Área	25/01	01/02	08/02	22/02	01/03	08/03	15/03	24/03
Arbequina	1	X	X	X	X	X	X		
Arbequina	4	X	X	X	X	X	X		
Arbequina	6	X	X	X	X	X	X		
Arbequina	7	X	X	X	X	X	X		
Arbequina	1D	X	X	X	X	X	X		
Arbosana	1	X	X	X	X	X	X	X	X
Arbosana	4	X	X	X	X	X	X	X	X
Arbosana	6	X	X	X	X	X	X	X	X
Arbosana	7	X	X	X	X	X	X	X	X
Arbosana	1D	X	X	X	X	X	X	X	X
Koroneiki	1	X	X	X	X	X	X	X	X
Koroneiki	4	X	X	X	X	X	X	X	X
Koroneiki	6	X	X	X	X	X	X	X	X
Koroneiki	7	X	X	X	X	X	X	X	X
Koroneiki	1D	X	X	X	X	X	X	X	X
Coratina	7A	X	X	X	X	X	X		
Coratina	8	X	X	X	X	X	X		

A coleta do dia 15 de fevereiro não ocorreu, pois a fazenda iniciou sua colheita nesta data e para não atrapalhar o andamento das atividades programadas, decidiu-se pela não amostragem na referida semana. Em relação ao cultivar Coratina, a coleta das amostras encerrou-se no dia 8 de março juntamente com o encerramento da colheita nas áreas 7A e 8. Já, em relação ao cultivar Arbequina, a equipe decidiu encerrar a coleta dos frutos no dia 8 de março, pois os mesmos encontravam-se em estágio avançado de amadurecimento e apresentando ocorrência severa da doença antracnose.

Os frutos com caroço foram triturados em um moinho tipo cutter de aço inox. Os teores de compostos fenólicos totais foram quantificados em base úmida, tanto nas amostras de frutos quanto nas amostras de azeites, pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, utilizando o ácido gálico como padrão de referência (13). Os resultados dos frutos foram expressos em mg de ácido gálico equivalente por g de amostra em base úmida (mg EAG/g b.u.), e nos azeites em mg de ácido gálico equivalente por ml de azeite (mg EAG/ml).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra os valores obtidos para os compostos fenólicos totais ao longo da maturação dos frutos dos diferentes cultivares nas diferentes áreas de coleta, e a Tabela 3 apresenta os valores médios dos compostos fenólicos, para cada cultivar, no início (25/jan) e no final da coleta (08/mar para Arbequina e Coratina, e 24/mar para Arbosana e Koroneiki), assim como as porcentagens de perdas correspondentes em cada caso.

A Tabela 4 apresenta os valores de compostos fenólicos totais nos azeites monovarietais e no blend elaborado, e a média geral desses constituintes nos frutos de cada cultivar. Já, a Figura 1 dá um panorama geral desses valores, e as Figuras 2 a 5 são específicas para cada cultivar estudado.

TABELA 2. Valores dos compostos fenólicos totais (mg EAG/g b.u.) dos frutos ao longo da maturação.

Cultivar	25/jan	01/fev	08/fev	22/fev	01/mar	08/mar	15/mar	24/mar
ARBE1	9,46	14,25	10,01	10,91	12,01	10,89	n.d.*	n.d.*
ARBE4	7,71	17,84	11,93	11,01	12,22	12,18	n.d.*	n.d.*
ARBE6	11,04	17,29	11,60	10,70	11,66	10,98	n.d.*	n.d.*
ARBE7	12,50	15,24	10,22	11,60	11,99	8,98	n.d.*	n.d.*
ARBE1D	13,27	15,86	9,60	11,32	12,13	11,21	n.d.*	n.d.*
ARBO1	13,50	14,87	11,79	12,64	13,45	11,21	14,03	9,59
ARBO4	15,83	17,55	18,19	17,32	15,28	14,65	14,36	10,82
ARBO6	16,76	19,30	16,90	16,16	14,17	11,22	12,91	12,11
ARBO7	16,58	18,31	16,01	15,38	16,08	12,72	13,54	11,21
ARBO1D	16,74	20,86	13,74	13,38	14,08	12,72	12,32	10,51
K1	11,69	10,86	12,29	13,25	13,82	10,88	11,35	8,77
K4	11,23	11,44	15,17	12,90	12,29	11,29	11,17	11,59
K6	14,41	12,94	13,02	13,74	14,97	13,70	13,28	11,45
K7	14,61	12,33	14,27	14,55	15,02	11,78	12,32	11,8
K1D	12,91	13,29	12,79	13,33	13,91	11,35	13,24	10,63
C7A	18,42	19,67	21,28	20,05	21,07	17,67	n.d.*	n.d.*
C8	21,34	17,80	16,76	16,96	17,16	16,68	n.d.*	n.d.*

* n.d. = não determinado pelos motivos já explicados anteriormente.

TABELA 3. Valores médios dos compostos fenólicos totais (mg EAG/g b.u.) dos frutos para cada cultivar no início e no final da colheita, e respectivas porcentagens de perdas.

Cultivar	Início da coleta	Final da coleta	Perda (%)
Arbequina	10,80	10,85	0,00
Arbosana	15,88	10,85	31,70
Koroneiki	12,97	10,85	16,36
Coratina	19,88	17,17	13,61

TABELA 4. Valores dos compostos fenólicos totais (mg EAG/ml) dos azeites monovarietais e do blend elaborado, e média geral dos valores dos frutos de cada cultivar (mg EAG/g).

Cultivar	mg EAG/ml azeite	mg EAG/g fruto
Arbequina	0,70	11,92*
Arbosana	0,91	14,47**
Koroneiki	1,49	12,64**
Coratina	1,29	18,74***
Blend	1,02	13,01****

* Média de 30 determinações (Tabela 2). ** Média de 48 determinações (Tabela 2). *** Média de 12 determinações (Tabela 2). **** Média dos valores médios de Arbequina, Arbosana e Koroneiki no final da coleta (Tabela 3).

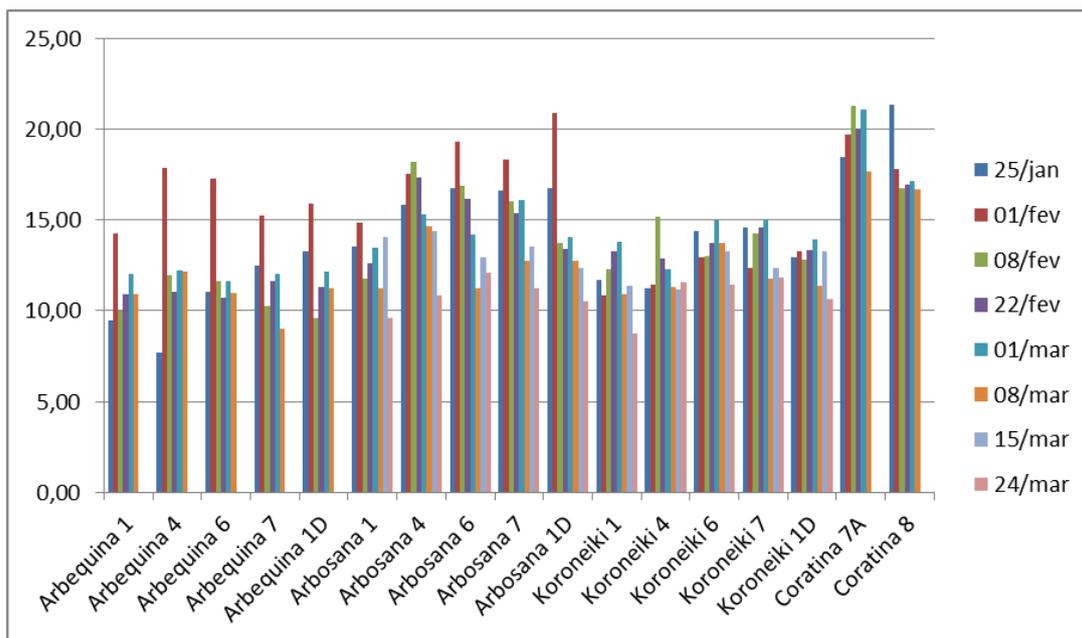


Figura 1. Panorama geral das determinações de compostos fenólicos totais (mg EAG/g b.u.) dos frutos dos diferentes cultivares nas diferentes áreas ao longo da maturação.

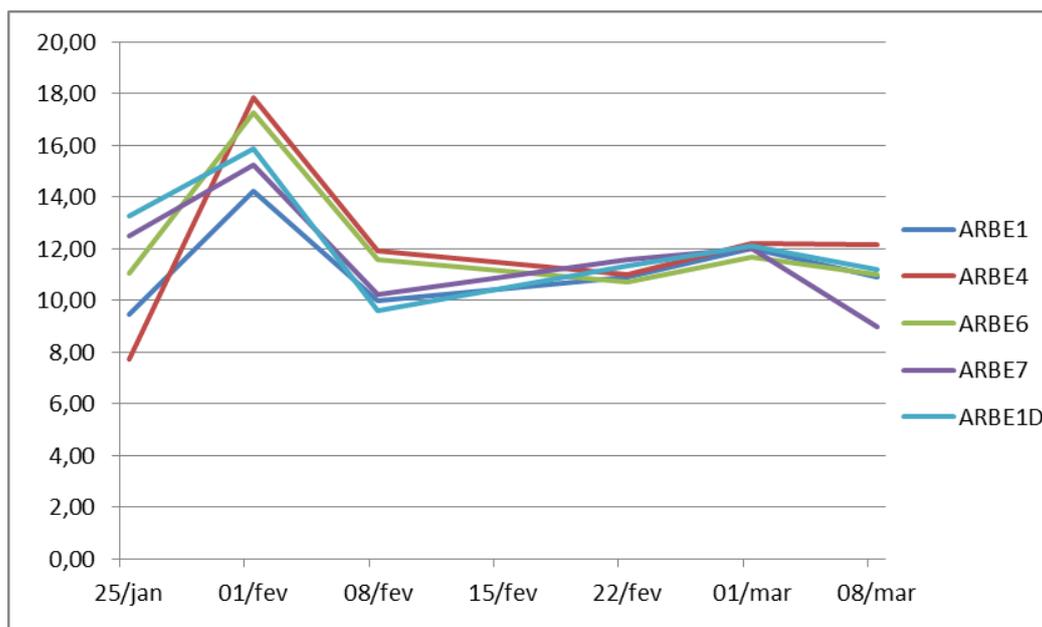


Figura 2. Variação dos compostos fenólicos totais (mg EAG/g b.u.) dos frutos do cultivar Arbequina ao longo da maturação.

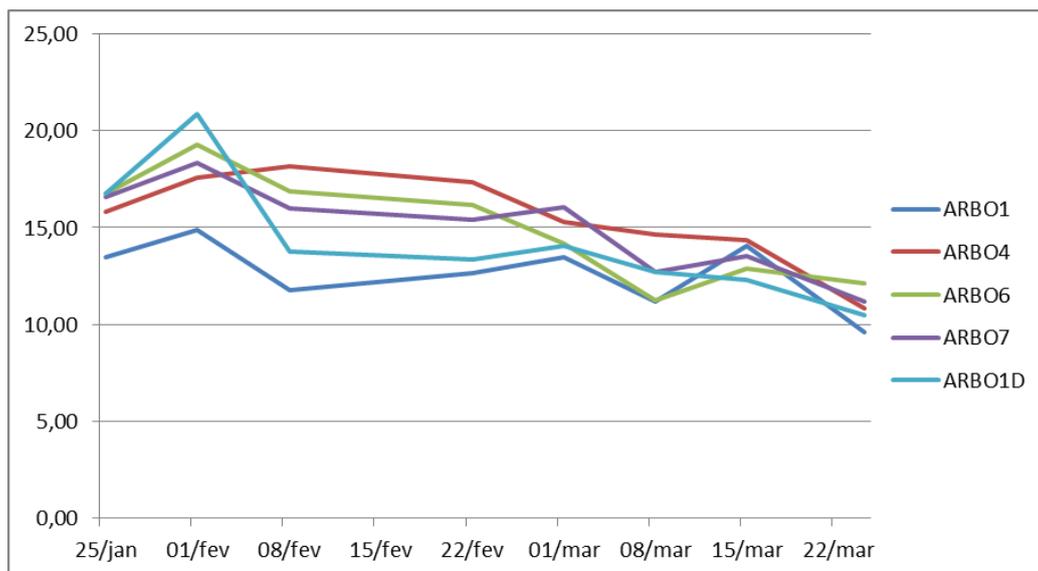


Figura 3. Variação dos compostos fenólicos totais (mg EAG/g b.u.) dos frutos do cultivar Arbosana ao longo da maturação.

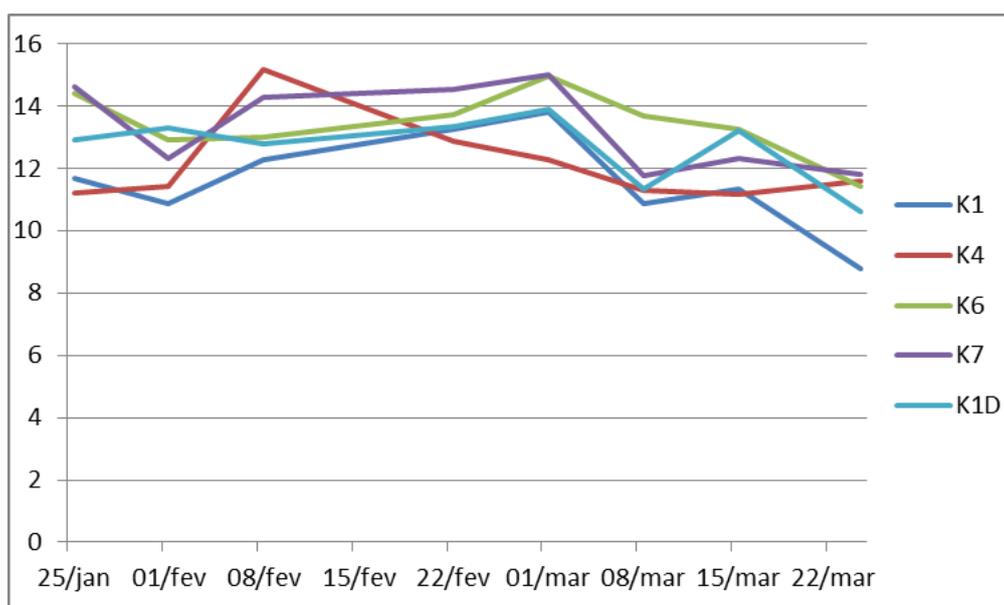


Figura 4. Variação dos compostos fenólicos totais (mg EAG/g b.u.) dos frutos do cultivar Koroneiki ao longo da maturação.

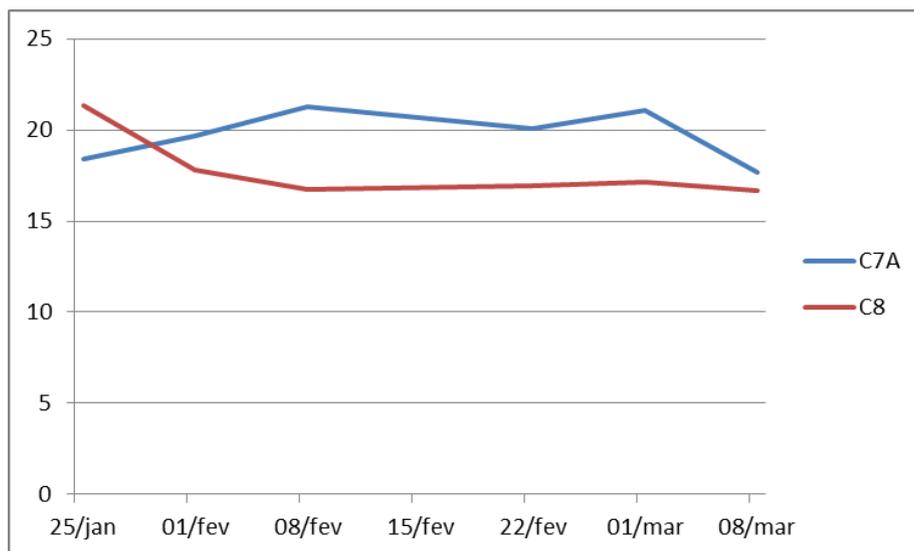


Figura 5. Variação dos compostos fenólicos totais (mg EAG/g b.u.) dos frutos do cultivar Coratina ao longo da maturação.

Através da Figura 1, observa-se que de maneira generalizada maiores valores de compostos fenólicos totais para Arbequina e Arbosana foram encontrados em 1 de fevereiro, para Koroneiki em 8 de fevereiro, e para Coratina os frutos das áreas divergiram entre 25 de janeiro (área 8) e 8 de fevereiro (área 7A). Após esses picos, observa-se pelas Figuras 2 a 5 que os valores nos frutos de Arbequina apresentaram certa estabilidade até o final da colheita, de Arbosana apresentaram queda, para Koroneiki houve certa estabilidade até 8 de março e depois queda até o final da colheita, e para Coratina ocorreu estabilidade nas duas áreas, após 8 de fevereiro, sendo que os frutos da área 7A apresentaram maiores valores de compostos fenólicos totais.

Neste estudo, para Arbequina nem houve perda de compostos fenólicos (Tabela 3), sendo que para Arbosana ocorreu a maior perda (31,70%), e nas demais (Koroneiki e Coratina) foram bem menores (16,36% e 13,61%, respectivamente).

Através da Tabela 4 observa-se que, como já era esperado, os valores de compostos fenólicos totais foram maiores nos azeites monovarietais de Koroneiki e Coratina, não ocorrendo o mesmo para a determinação nos frutos, cujos maiores valores médios desses compostos foram encontrados em Coratina e Arbosana, sendo que nos frutos de Koroneiki a média geral foi menor.

Conclui-se também que ocorreram grandes perdas de compostos fenólicos totais durante a extração dos azeites dos frutos, o que pode ser justificado pelo elevado nível de umidade dos mesmos, já que os compostos fenólicos totais presentes nas matérias-primas são hidrossolúveis e podem ter sido lixiviados juntamente com a água dos frutos, separada durante o processo de centrifugação da pasta.

De acordo com Esti et al. (9) o conteúdo de fenóis em azeitonas pode ser fortemente afetado pelas condições climáticas, técnicas agrônômicas, grau de maturação do fruto e variedades. Diferentes trabalhos demonstram que existem variações na composição das azeitonas em função de variedade, índices de maturação do fruto, local e modo de cultivo da azeitona.

O conteúdo de compostos fenólicos presentes no fruto da oliveira tende a reduzir durante o desenvolvimento e amadurecimento, devido ao aumento da atividade de enzimas hidrolíticas, que levam à transformação da molécula de oleuropeína, presente

majoritariamente no início do desenvolvimento, em seus oligômeros hidroxitirosol e ácido elenólico (14;15).

Apesar das condições para obtenção do azeite não serem severas, algumas alterações em sua composição original são inevitáveis devido à ruptura celular e conseqüente mistura de seus componentes durante a extração do óleo (esmagamento e termobatedura) (16). A transformação dos compostos fenólicos durante esse processo, em particular, resulta da atividade de enzimas que são liberadas durante o processo de obtenção do azeite, como por exemplo, polifenol-oxidase e β -glicosidase, que são responsáveis pela oxidação indireta de secoiridoides e produção de agliconas de compostos fenólicos, respectivamente (15).

A variedade de azeitona, que está relacionada a fatores genéticos, a posição na árvore, disponibilidade de água, temperatura, práticas agrícolas, entre outros, são fatores que influenciam no teor de compostos fenólicos em frutos (15; 16). Uma vez que as azeitonas estudadas no presente trabalho foram cultivadas em uma mesma região, sob condições climáticas e práticas agrícolas semelhantes, é provável que a diferença encontrada no teor de fenólicos tenha sido predominantemente devido a fatores genéticos de cada cultivar.

Na literatura existem diversos valores de compostos fenólicos totais em frutos de diferentes cultivares: para Caroleae valores de 790 mg/100g de fruto (17); Cornicabra de 650 a 1220 mg/100g (18); Morisca de 40 a 300 mg/100g (18); Chinesa cerca de 1291 mg/100g (19). Esses valores corroboram os valores médios encontrados neste estudo (Tabela 4): Arbequina = 1192 mg/100g; Arbosana = 1447 mg/100g; Koroneiki = 1874 mg/100g; Coratina = 1264 mg/100g.

Dominguete (20) realizou um estudo com frutos de Arbequina e Grappolo provenientes de Maria da Fé (MG), no qual acompanhou periodicamente os teores de compostos fenólicos totais dos frutos, desde 86 dias após a antese (abertura floral) (mês de novembro) até 177 dias após a antese (mês de fevereiro). Observou que para Arbequina os teores dos referidos compostos diminuiu de 3440 mg/100g para 680 mg/100g (80% de perda), e em Grappolo, de 7200 mg/100g para 2390 mg/100g (66,5% de perda). A autora afirma que essa redução significativa ao longo do desenvolvimento dos frutos ocorreu devido à provável degradação dos polifenóis em decorrência do aumento da atividade de enzimas hidrolíticas nos frutos nesse período, conforme já comentado anteriormente.

CONCLUSÕES

A respeito dos conteúdos de compostos fenólicos dos frutos ao longo da colheita, para Arbequina não houve perda de compostos fenólicos, sendo que para Arbosana ocorreu a maior perda (31,70%), e nas demais (Koroneiki e Coratina) foram bem menores (16,36% e 13,61%, respectivamente).

Os valores de compostos fenólicos totais foram maiores nos azeites monovarietais de Koroneiki e Coratina, não ocorrendo o mesmo para a determinação nos frutos, cujos maiores valores médios desses compostos foram encontrados em Coratina e Arbosana. Nos frutos de Koroneiki a média geral foi menor.

Conclui-se também que ocorreram grandes perdas de compostos fenólicos totais durante a extração dos azeites dos frutos, o que pode ser justificado pelo elevado nível de umidade dos mesmos (60 a 70%).

AGRADECIMENTOS

Ao “Lagar H Agroindústria” pelas matérias-primas cedidas.

REFERÊNCIAS

1. Bosque-Sendra JM, Mata-Espinosa P, Cuadros-Rodríguez L, González-Casado A, Rodríguez-García FP, García-Toledo H. Stability for olive oil control materials. *Food Chem.* 2011;125:1418–1422.
2. Aguilera MP, Beltran G, Ortega D, Fernandez A, Jimenez A, Uceda M. Characterisation of virgin olive oil of Italian olive cultivars: ‘Frantoio’ and ‘Leccino’, grown in Andalusia. *Food Chem.* 2005;89:387–391.
3. Angerosa F. Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels. *J. Lipid Sci. and Tech.* 2002;104(9–10):639–660.
4. Aparicio R, Luna G. Characterisation of monovarietal virgin olive oil. *Europ. J. Lipid Sci. and Tech.* 2002;104:614–627.
5. Owen RW, Giacosa A, Hull WE, Haubner B, Spiegelhalder B, Bartsch H. Identification of lignans as major components in the phenolic fraction of olive oil. *Clin. Chem.* 2000;46:976–988.
6. Gutiérrez F, Arnaud T, Albi AM. Influence of ecological cultivation on virgin olive oil quality. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 1999;76(5):617–621.
7. Soler-Rivas C, Espin JC, Wichers HJ. Oleuropein and related compounds. *J. Sci. Food Agric.* 2000;80:1013–1023.
8. Angerosa F, Mostallino R, Basti C, Vito R. Virgin olive oil odour notes: Their relationship with volatile compounds from the lipoxygenase pathway and secoiridoid compounds. *Food Chem.* 2000;68:283–287.
9. Esti M, Cinquanta L, La Notte E. Phenolic compounds in different olive varieties. *J. Agric. Food Chem.* 1998;46:32–35.
10. Romani A, Mulinacci N, Pinelli P, Vincieri F, Cimato A. Polyphenolic content in five tuscan cultivars of *Olea europaea* L. *J. Agric. and Food Chem.* 1999;47:964–967.
11. Amiot MJ, Fleuriot A, Macheix JJ. Accumulation of oleuropein derivatives during olive maturation. *Phytochemistry.* 1989;28:67–69.
12. Tovar MJ, Romero MP, Girona J, Motilva MJ. L-Phenylalanine ammonia-lyase activity and concentration of phenolics in developing fruit of olive tree (*Olea europaea* L. cv. Arbequina) grown under different irrigation regimes. *J. Sci. and Food Agric.* 2002;82:892–898.
13. Kiralp S, Toppare L. Polyphenol content in selected turkish wines, an alternative method of detection of phenolics. *Process Bioch.* 2006;41(1):236–239.
14. Artajo LS, Romero MP, Motilva M. Transfer of phenolic compounds during olive oil extraction in relation to ripening stage of the fruit. *J. Sci. of Food and Agric.* 2006;86:518–527.
15. Talhaoui N, Gómez-Caravaca AM, León L, Rosa R, Fernández-Gutiérrez A, Segura-Carretero A. Pattern of variation of fruit traits and phenol content in olive fruits from six different cultivars. *J. Agric. and Food Chem.* 2015;63: 10466–10476.
16. Morelló JR, Romero MP, Motilva MJ. Effect of the maturation process of the olive fruit on the phenolic fraction of drupes and oils from Arbequina, Farga, and Morrut cultivars. *J. Agric. and Food Chem.* 2004;52:6002–6009.

17. Pestana-Bauer VR, Goularte-Dutra FL, Zambiasi R. Caracterização do fruto da oliveira (variedade Carolea) cultivada na região Sul do Brasil. *Alim. e Nutr.* 2011;22(1):79-87, jan./mar.
18. Gómez-Rico A, Salvador MD, Fregapane G. Virgin olive oil and olive fruit minor constituents as affected by irrigation management based on SWP and TDF as compared to ETc in medium-density young olive orchards (*Olea europaea* L. cv. Cornicabra and Morisca). *Food Res. Int.* 2009;42:1067-1076.
19. He Z, Xia W. Analysis of phenolic compounds in Chinese olive (*Canarium album* L.) fruit by RPHPLC–DAD–ESI–MS. *Food Chem.* 2007;105:1307-1311.
20. Dominguet LCB. Características físico-químicas e compostos bioativos de frutos de oliveira ao longo do desenvolvimento. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós Graduação em Ciência de Alimentos. 2016. 75p.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-112>

Capítulo 112

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE ARAÇÁ (*Psidium cattleianum*): UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Natiele Correia Veloso¹; Ana Letícia Andrade Ferreira²; Mateus Figueredo Pires³; Michelle Barbosa Rodrigues⁴; Mariele Correia Lucrecio⁵; Ana Paula de Lima Veeck⁶; Roberto Akitoshi Komatsu⁷

¹Estudante do Curso Técnico em Biotecnologia - Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC Campus Lages; E-mail: natielecorreia5@gmail.com, ²Estudante do Programa de Pós Graduação em Ciência dos Alimentos - Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC; E-mail: analeticiaf27@gmail.com,

³Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos - Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC Campus Lages; E-mail: mateusfigueredopires@gmail.com, ⁴Estudante do Curso de Engenharia Química - Universidade Centro Universitário - UNIFACVEST; E-mail: michellee_rodrigues@hotmail.com, ⁵Estudante do Curso de Engenharia Química - Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC Campus Lages; E-mail: marielecorreialucrecio@gmail.com, ⁶Docente do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC Campus Lages. E-mail: ana.veeck@ifsc.edu.br. ⁷Docente do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC Campus Lages. E-mail: roberto.komatsu@ifsc.edu.br.

Resumo: No estado de Santa Catarina observa-se a existência de uma grande variedade de frutas nativas, dentre elas o araçá (*Psidium cattleianum*). No Brasil são conhecidas duas cultivares, uma de película amarela e outra de cor roxo-avermelhada, ambas utilizadas para o consumo *in natura* e processamento. Avaliações de sua composição físico-química tornam-se interessantes visando o seu melhor aproveitamento. Sendo assim, visando conhecer as características físico-químicas do araçá *in natura*, este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre os principais artigos que abordam sobre este tema. Dentre as avaliações físico-químicas foram priorizadas as análises de açúcares, pH, acidez, vitamina C e composição centesimal. Após levantamento foi possível selecionar um total de quatro artigos e alguns resultados demonstraram que os frutos apresentam variabilidade em sua composição. Desta forma, espera-se que mais avaliações sejam realizadas com o intuito de ampliar os bancos de dados e assim, conhecer melhor as nossas frutas nativas e aproveitá-las de maneira correta.

Palavras-chave: acidez; composição centesimal; frutas nativas; pH; vitamina C

INTRODUÇÃO

No Brasil, existem diferentes tipos de solos e climas que resultam em uma grande diversidade de espécies de frutos que estão distribuídos pelos biomas do país e que possuem grande importância econômica e potencial para contribuir com as áreas alimentícia, farmacêutica e agroindustrial, entretanto, muitas dessas espécies ainda são pouco exploradas (1).

Nos últimos anos o investimento em pesquisa desses frutos tem aumentado com o propósito de desenvolver sistemas de produção mais eficientes, e realizar estudos sobre nutrição e tecnologia de alimentos para o desenvolvimento de novos produtos aproveitando os mercados emergentes para mais alimentos nutritivos e pró-saúde (2).

No estado de Santa Catarina, por exemplo, observa-se a existência de uma grande variedade de frutas nativas como a goiaba serrana (*Acca sellowiana*), a amora-preta (*Morus nigra*), a uvaia (*Eugenia pyriformis Cambess*), o butiá (*Butia eriospatha*), a gabioba (*Campomanesia reitziana*), o araçá (*Psidium cattleianum*), a pitanga (*Eugenia uniflora*), entre outros (3). Todas possuem grande potencial para o desenvolvimento de novos produtos processados, pois além de serem saborosas para serem consumidas frescas, essas frutas também possuem uma grande versatilidade para usos culinários gerando renda para os pequenos proprietários e suas famílias (4).

Entre as espécies nativas do sul do país o araçá é o que tem o maior potencial para exploração econômica, pois os frutos podem ser comercializados tanto na forma *in natura*, quanto industrializados, sendo utilizados no preparo de sorvetes, refrescos e doces (5). O araçazeiro (*P. cattleianum*) possui uma extensa área de ocorrência na costa atlântica brasileira, desde a Bahia até o nordeste do Uruguai (6). No sul do Brasil a floração ocorre em duas épocas: a primeira de setembro a outubro e a segunda em dezembro. Eventualmente, uma terceira floração pode ocorrer em março, portanto os araçás podem ser colhidos de outubro a março (7).

Segundo Bezerra et al. (8), no Brasil, apenas duas cultivares de *P. cattleianum* são conhecidas: a ‘Ya-cy’, que produz frutos de película amarela, com peso de 15 a 20 g, de sabor doce, baixa acidez e produção total de 4 kg de frutos/planta/ano; e a ‘Irapuã’, que possui frutos de película roxo-avermelhada e sabor mais ácido com leve adstringência, sendo mais adequada à confecção de doce em pasta do que ao consumo como fruta fresca. Ambos possuem um bom equilíbrio entre a quantidade de sólidos solúveis e o nível de acidez (9). Além disso, o araçá tem uma polpa translúcida, succulenta e um sabor que lembra o morango, podendo conter cerca de 3 a 4 vezes mais vitamina C do que outras frutas cítricas, tem baixa caloria e boa quantidade de fósforo (10; 4).

Para avaliar a qualidade de um fruto além dos parâmetros físicos também são usados os parâmetros físico-químicos como pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez, composição centesimal, entre outros. Essas variáveis são influenciadas pelas condições edafoclimáticas, pelo cultivar, época e local de colheita, e também pelo manuseio na colheita e pós colheita, além disso o destino do fruto e as exigências do mercado consumidor também são uma influência (11).

Sendo assim, visando conhecer as características físico-químicas do araçá (*Psidium cattleianum*) *in natura*, este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre os principais artigos que abordam sobre este tema.

METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, utilizou-se a base de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Acadêmico e ScienceDirect com foco nas denominações composição físico-química de *Psidium cattleianum* e *Psidium cattleianum*. Dentre as avaliações físico-químicas foram priorizadas as análises de açúcares, pH, acidez, vitamina C e composição centesimal. O levantamento bibliográfico foi realizado no período de 2005 a 2020 utilizando artigos científicos escritos em português e inglês.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do levantamento bibliográfico e utilizando o parâmetro de busca análise físico-química de *Psidium cattleianum* não foram encontrados artigos na base de dados Scielo, entretanto, quando se utilizou somente a denominação *Psidium cattleianum* foi possível identificar um artigo (12). Na base de dados do Google Acadêmico foram identificados cinco artigos, sendo que um também foi identificado na Scielo. Utilizando o ScienceDirect ao digitar *Psidium cattleianum* foram identificados 164 resultados compreendendo artigos de pesquisa. Ao aprofundar o levantamento e direcionando a pesquisa para composição físico-química, o levantamento apontou 18 artigos que foram selecionados resultando em dois, foco da nossa pesquisa, entretanto, estes também foram identificados no Google Acadêmico. Assim, foi possível selecionar um total de quatro artigos que serviram de base para a elaboração desta revisão bibliográfica. Percebe-se que há ainda um potencial a ser explorado, tendo em vista os poucos artigos encontrados com avaliações do araçá coletado no Brasil.

Galho, et al. (12) avaliou a composição química de frutos de araçá clone Amarelo Rio Grande coletados no município de Pelotas - RS ao longo de sua ontogenia (a partir de 10 dias após a antese - DAA). O período de 94 aos 122 DAA foi considerado a fase de maturação dos frutos. O teor de carboidratos solúveis totais e açúcares redutores aumentaram consideravelmente nas fases finais de maturação. O conteúdo de ácidos orgânicos aumentou após 52 DAA, entretanto na colheita final, houve uma redução, atingindo 9,53 mg g⁻¹. Valor este que se refletiu na relação entre o conteúdo de açúcares solúveis totais (AST) e ácidos orgânicos (AO) (11,09 ± 1,10). Outros parâmetros também foram avaliados na colheita como a concentração de proteína (39,8 ± 3,1 mg g⁻¹), lipídios (4,42 ± 0,34 mg g⁻¹), amido (89,2 ± 6,7 mg g⁻¹) e cinzas (7,3 ± 0,7 mg g⁻¹).

Os frutos de araçá vermelho, íntegros e maduros colhidos de forma aleatória no Campus da Universidade Estadual de Ponta Grossa (PR) por Santos et al. (13) foram avaliados em relação aos parâmetros físico-químicos antes de serem utilizados na elaboração de doce em massa. O araçá vermelho apresentou teor de açúcar total de 7,79 ± 0,32 g 100g⁻¹, sendo que 92% desses açúcares são redutores. Além de pH (3,29 ± 0,01), SST (10,10 ± 0,04 °Brix), acidez titulável (0,30 ± 0,23 mg 100g⁻¹ de ácido cítrico), umidade (79,60 ± 0,81 g 100g⁻¹), proteínas (0,61 ± 0,04 g 100g⁻¹), lipídios (0,24 ± 0,04 g 100g⁻¹), fibras (4,53 ± 0,18 g 100g⁻¹), cinzas (0,35 ± 0,06 g 100g⁻¹) e vitamina C (27,84 ± 0,33 mg 100g⁻¹ de ácido ascórbico).

Em trabalho realizado por Pereira et al. (14) foi realizada a caracterização de frutas brasileiras da família Myrtaceae. As frutas avaliadas foram o araçá amarelo, guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) e uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess). Neste trabalho foi possível encontrar todos os resultados dos elementos que compreendem a composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos e fibras). Dentre estes parâmetros, o araçá amarelo apresentou valores superiores comparado as outras frutas para cinzas (0,63 ± 0,01 g 100g⁻¹ de produto fresco), fibra dietética total (11,95 ± 0,17 g 100g⁻¹ de matéria seca (MS)) e fibra dietética insolúvel (11,55 ± 0,06 g 100g⁻¹ de MS). Carboidratos (15,08 ± 0,04 g 100g⁻¹ de MS) foi igual estatisticamente a guabiroba (15,68 ± 0,23 g 100g⁻¹ de MS), ambos superiores a uvaia. Os frutos ao serem avaliados em relação ao teor de SST, acidez titulável total (ATT) e o cálculo da razão SST/ATT, o araçá apresentou valores intermediários em comparação a guabiroba e uvaia. Os autores encontraram 13,8 ± 0,0 °Brix, 0,88 ± 0,02 g 100g⁻¹ de ácido cítrico e 15,68 de razão SST/ATT. A concentração de Vitamina C foi semelhante a uvaia (0,3 ± 0,01 mg de

ácido ascórbico g^{-1} MS; $0,7 \pm 0,37$ mg de ácido ascórbico g^{-1} MS, respectivamente), porém inferior a guabiroba ($30,58 \pm 3,91$ mg de ácido ascórbico g^{-1} MS).

Souza et al. (15) avaliou o teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH e vitamina C em araçá amarelo e vermelho, além de outros frutos nativos da região sul do país (açai, butiá, guabiroba, jabuticaba e pitanga). Foi possível verificar que em relação ao teor de sólidos solúveis ambos apresentaram valores estatisticamente iguais (7,06 % araçá amarelo; 7,28 % araçá vermelho). Este comportamento foi semelhante para as avaliações de acidez titulável (1,11 g 100g^{-1} de ácido cítrico (araçá amarelo); 0,97 g 100g^{-1} de ácido cítrico (araçá vermelho)) e Relação SS/AT (6,36 araçá amarelo; 7,50 araçá vermelho), entretanto pH foi maior nos frutos de araçá vermelho (3,97 vs. 3,88). Em relação ao conteúdo de vitamina C, dentre os frutos avaliados, o araçá amarelo (72,25 mg de ácido ascórbico 100g^{-1} de massa fresca (MF)) foi a segunda fruta com maior conteúdo, ficando atrás somente da pitanga (76,59 mg de ácido ascórbico 100g^{-1} de MF). Já o araçá vermelho apresentou valor de 51,13 mg de ácido ascórbico 100g^{-1} de MF, sendo um valor considerado alto em comparação com as demais frutas. A ingestão diária recomendada (IDR), estabelecida no Brasil para adultos, é de 45 mg (16) e, dessa forma, a ingestão diária de 100 g de frutos de pitanga, jabuticaba, araçá amarelo e vermelho supre totalmente a recomendação de IDR de vitamina C (15).

Na Tabela 1 estão apresentados a comparação entre os resultados obtidos pelos autores apresentados neste trabalho. Foi possível evidenciar que as maiores diferenças foram encontradas para as avaliações de ATT (araçá amarelo e vermelho) SST (araçá amarelo e vermelho), relação SST/AT (araçá amarelo), lipídios (araçá amarelo) e vitamina C em ambas as frutas. As diferenças na composição química podem estar relacionadas à localização geográfica, variabilidade genética, cultivar, estado fisiológico da planta e variabilidade sazonal (17). Sganzerla (18) avaliou uvaías coletadas de 12 plantas em localizações diferentes no município de Urupema -SC e as discriminou por métodos quimiométricos através dos dados da composição nutricional, físico-química, compostos bioativos e atividade antioxidante. Diferenças foram encontradas entre as plantas demonstrando que em uma cidade, as amostras de uvaia podem diferir de acordo com a origem geográfica.

Tabela 1 - Comparação dos resultados das análises físico-químicas de araçá.

Parâmetro físico-químico	Araçá amarelo	Referência	Araçá vermelho	Referência
ATT	0,88	(14)	0,97	(15)
(g 100g ⁻¹ de ácido cítrico)	1,11	(15)	0,30	(13)
pH	3,88	(15)	3,29	(13)
			3,97	(15)
SST (°Brix)	13,8	(14)	10,10	(13)
	7,06	(15)	7,28	(15)
Relação SST/ATT	15,68	(14)	7,50	(15)
	6,36	(15)		
Umidade (g 100g ⁻¹)	83,31	(14)	79,60	(13)
Cinzas (g 100g ⁻¹)	0,73	(12)	0,35	(13)
	0,63	(14)		
Proteínas (g 100g ⁻¹)	3,98	(12)	0,61	(13)
	4,24	(14)		
Lipídios (g 100g ⁻¹)	0,442	(12)	0,24	(13)
	1,53	(14)		
Vitamina C (mg 100g ⁻¹ de ácido ascórbico)	30	(14)	27,84	(13)
	72,25	(15)	51,13	(15)

CONCLUSÕES

Foi possível identificar artigos que tenham avaliado a composição físico-química de araçá e alguns resultados demonstraram que os frutos apresentam variabilidade em sua composição. Desta forma, torna-se interessante que mais avaliações sejam realizadas com o intuito de ampliar os bancos de dados e assim, conhecer melhor as nossas frutas nativas e aproveitá-las de maneira correta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o IFSC (Edital 02/2020/PROPPI - Edital Universal de Pesquisa) pelo apoio concedido para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Neri-Numa IA, Sancho RAS, Pereira APA, Pastore GM. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. *Food Research International*. 2018;103:345-360.
2. Barbieri RL, Gomes, JCC, Alercia A, Padulosi S. Agricultural Biodiversity in Southern Brazil: Integrating Efforts for Conservation and Use of Neglected and Underutilized Species. *Sustainability*. 2014;6:741-757.
3. Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F, Mancini-Filho J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*. 2010;121:996-1002.
4. Centro de Tecnologias Alternativas Populares CETAP. Frutas Nativas - alimentos locais, sabores e ingredientes especiais [Internet]. Passo Fundo; 2015 [acesso em 27 Out 2021]. Disponível em: http://www.cetap.org.br/site/wp-content/uploads/material/frutas_nativas-2015.pdf
5. Raseira MCB, Antunes LEC, Trevisan R, Gonçalves ED. Espécies frutíferas nativas do Sul do Brasil [Internet]. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; 2004 [acesso em 27 Out 2021]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/744946/1/documento129.pdf>
6. Pereira ES, Vinholes J, Franzon RC, Dalmazo G, Vizzotto M, Nora L. *Psidium cattleianum* fruits: A review on its composition and bioactivity. *Food Chemistry*. 2018;258:95-103.
7. Raseira MCB, Raseira A. Contribuição ao estudo do araçazeiro, *Psidium cattleianum* [Internet]. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado - EMBRAPA CPACT; 1996 [acesso em 27 Out 2021]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/742996/1/aracazeiro.pdf>
8. Bezerra JEF, Lederman IE, Silva-Junior JFS, Franzon RC, Sousa-Silva JC, Campos LZO, Proença CEB. *Psidium* spp.: araçá [Internet]. Embrapa Tabuleiros Costeiros - Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E); 2016 [acesso em 27 Out 2021]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1073409/1/Araca.pdf>
9. Medina AL, Haas LIR, Chaves FC, Salvador M, Zambiasi RC, da Silva WP, Nora L, Rombaldi CV. Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. *Food Chemistry*. 2011;128:916-922.
10. Biegelmeier R, Maria J, Andrade M, Ana L, Apel MA, Dresch RR, Marin R. Comparative analysis of the chemical composition and antioxidant activity of red (*Psidium cattleianum*) and yellow (*Psidium cattleianum* var. *lucidum*) strawberry Guava fruit. *Journal of Food Science*. 2011;76:C991-C996.
11. Fagundes GR, Yamanishi OK. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília - DF. *Rev. Bras. Frutic*. 2001;23:541-545.
12. Galho AS, Lopes NF, Bacarin MA, Lima MGS. Composição química e respiração de crescimento em frutos de *Psidium Cattleyanum* Sabine durante o ciclo de desenvolvimento. *Rev. Bras. Frutic*. 2007;29:061-066.

13. Santos MS, Petkowicz CLO, Pereira Netto AB, Wosiacki G, Nogueira A, Carneiro EBB. Propriedades reológicas de doce massa de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine). Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. 2007;01:104 - 116.
14. Pereira MC, Steffens RS, Jablonski A, Hertz PF, Rios AO, Vizzotto M, Flôres SH. Characterization and Antioxidant Potential of Brazilian Fruits from the Myrtaceae Family. J. Agric. Food Chem. 2012;60:3061–3067.
15. Souza AG, Fassina AC, Saraiva FRS, Souza L. Caracterização físico-química de frutos nativos da região sul do Brasil. Evidência. 2018;18:81-94.
16. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BR). Resolução RDC no 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Diário Oficial da União nº 184. 23 set 2005.
17. Maietti A, Tedeschi P, Stagno C, Bordiga M, Travaglia F, Locatelli M, Arlorio M, Brandolin V. Analytical Traceability of Melon (*Cucumis Melo* Var *Reticulatus*): Proximate Composition, Bioactive Compounds, and Antioxidant Capacity in Relation to Cultivar, Plant Physiology State, and Seasonal Variability. J Food Sci. 2012;77:C646-52.
18. Sganzerla WG, Beling PC, Ferreira ALA, Azevedo MS, Ferrareze JP, Komatsu RA, Nunes MR, Veeck APL. Geographical discrimination of uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess) by principal component analysis. J Sci Food Agric. 2019; 99:6778-6787.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-113>

Capítulo 113

CICLODEXTRINAS E SEU POTENCIAL DE APLICAÇÃO EM ALIMENTOS: REVISÃO

Lívia Neves Santa Rosa¹; Ana Clarissa dos Santos Pires²

¹Estudante do Curso de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - DTA – UFV; E-mail: livia.rosa@ufv.br, ²Docente do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – DTA – UFV. E-mail: ana.pires@ufv.br

Resumo: As ciclodextrinas (CDS) são polissacarídeos cíclicos constituídos por unidades de D-glicopirranose, ligadas por meio de ligações glicosídicas do tipo α -(1,4). As ciclodextrinas naturais mais comuns são α -CD, β -CD e γ -CD, que possuem respectivamente 6, 7 e 8 unidades de glicose em sua estrutura. Devido à conformação de cadeira da glicopirranose, as ciclodextrinas possuem a forma de um cone truncado, apresentando uma cavidade hidrofóbica e superfície externa hidrofílica, permitindo que sejam usadas como materiais encapsulantes. Na forma de complexos de inclusão com as CDs, podem ser veiculadas substâncias de baixa solubilidade em meio aquoso, substâncias voláteis, compostos bioativos sensíveis à degradação na presença de luz, oxigênio e altas temperatura, substâncias que necessitam de liberação controlada no organismo, entre outros. Estas aplicações fazem com que as ciclodextrinas se tornem moléculas de interesse para a indústria de alimentos, pois permitem que diversos compostos sejam inseridos em sistemas alimentares. O objetivo desta revisão é elencar algumas informações importantes a respeito das CDs e mostrar alguns estudos científicos que já foram realizados com o intuito caracterizar os complexos de inclusão e indicar possibilidades de aplicação deles na indústria de alimentos.

Palavras-chave: ciclodextrinas, complexo de inclusão, compostos bioativos

INTRODUÇÃO

Em 1891, o cientista francês A. Villiers descobriu uma dextrina, produto da digestão enzimática bacteriana do amido, e a nomeou de celulosina. Posteriormente, um microbiologista austríaco chamado Schardinger descobriu uma nova dextrina que também era produto da degradação enzimática bacteriana do amido, além de descrever a celulosina de Villiers. Esses produtos atualmente são chamados de ciclodextrinas (CDs) e são oligossacarídeos cíclicos. Schardinger descreveu a α -ciclodextrina e a β -ciclodextrina (celulosina). Em 1935, a γ -ciclodextrina foi descrita por Freudenberg e Jacobi (1). Várias outras dextrinas cíclicas foram descobertas nos anos posteriores.

A partir de 1970, foram desenvolvidas técnicas biotecnológicas para obter ciclodextrinas purificadas. Tendo em vista certas características das CDs, como baixa solubilidade em água para alguns tipos de CD, foram desenvolvidas técnicas para melhorar suas propriedades, como por exemplo a substituição de grupos hidroxila produzindo derivados. Atualmente, as CDs são obtidas em larga escala e preços acessíveis (2).

Devido ao fato de as CDs apresentarem uma cavidade hidrofóbica e superfície externa hidrofílica, elas podem ser usadas como materiais encapsulantes, veiculando substâncias hidrofóbicas, fármacos que necessitam de liberação controlada no organismo, compostos bioativos sensíveis à degradação (ocasionada pela ação do oxigênio e luz, por exemplo), entre outros (3). Estas aplicações fazem com que as CDs sejam de importância fundamental para as indústrias agroquímica, farmacêutica e cosmética, alimentar, entre outras. O objetivo desta revisão é abordar resumidamente as aplicações das ciclodextrinas na área de alimentos, ressaltando alguns aspectos a respeito de suas propriedades físico-químicas, toxicidade e a formação de complexos.

TÓPICOS

Estrutura e propriedades físico-químicas

As CDs são polissacarídeos cíclicos constituídos por unidades de D-glicopiranosose, ligadas por meio de ligações glicosídicas do tipo α -(1,4). As ciclodextrinas naturais obtidas em maior quantidade durante sua produção são α -CD, β -CD e γ -CD, que possuem respectivamente 6, 7 e 8 unidades de glicose em sua estrutura, como observado na Figura 1.

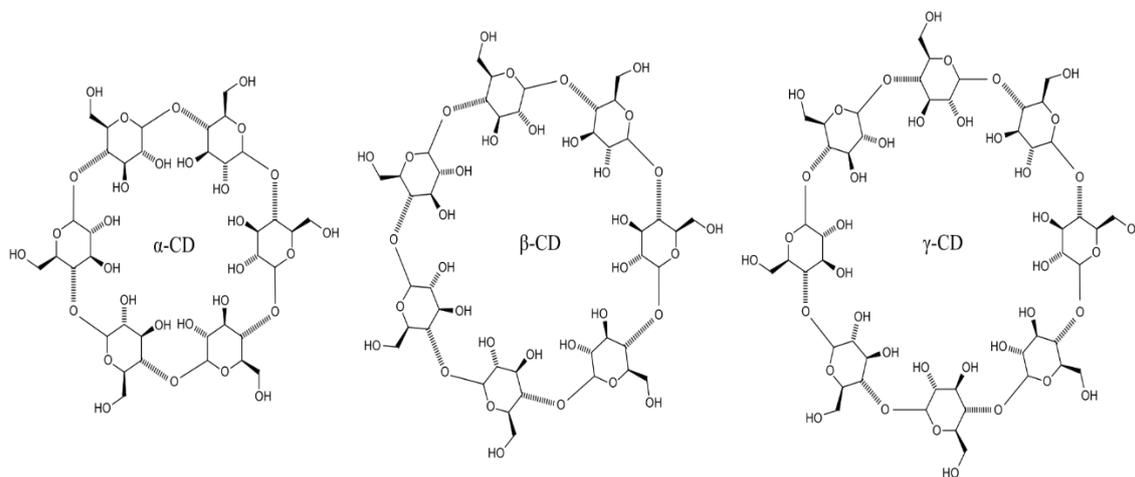


Figura 19 – Representação esquemática da α -CD, β -CD e γ -CD.

Devido à conformação de cadeira da glicopiranosose, as CDs possuem a forma de um cone truncado, um intermediário entre cone e cilindro, cuja representação pode ser visualizada na Figura 2. Os grupos hidroxilas presentes no exterior do cone conferem características hidrofílicas às CDs, devido à sua capacidade realizar ligações de hidrogênio com as moléculas de água ao seu redor. A cavidade central da molécula de CD é constituída por grupos CH e um anel de átomos de oxigênio, conferindo ao seu interior características hidrofóbicas (1).

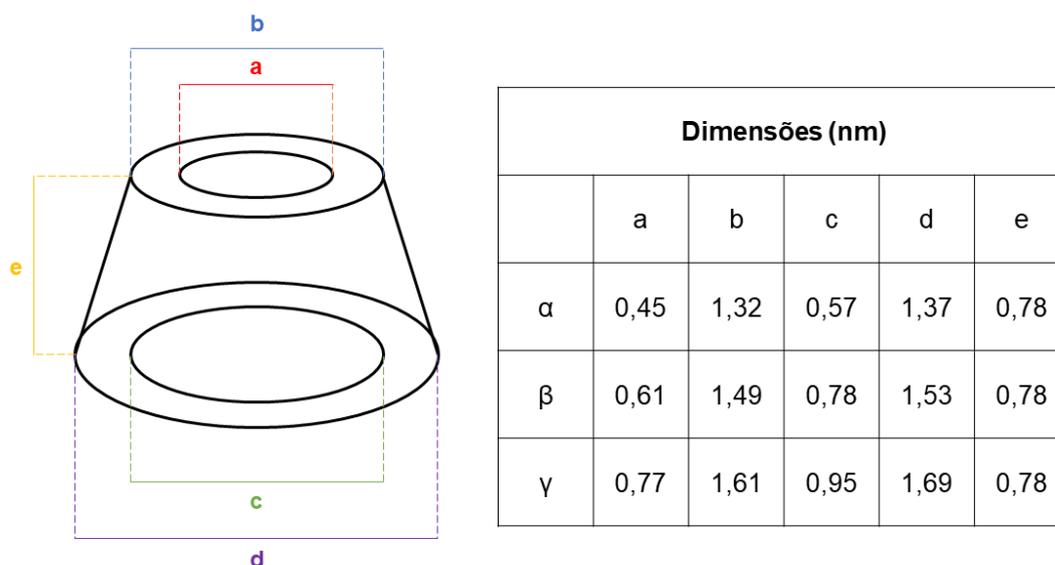


Figura 2 – Dimensões das ciclodextrinas.

A solubilidade em água varia muito entre as CDs (Tabela 1). A α -CD é cerca de 8 vezes mais solúvel que a β -CD e cerca de 1,6 vezes menos solúvel que a γ -CD a 25 °C (4).

Essa cavidade hidrofóbica é responsável pela capacidade das CDs receberem moléculas hospedeiras, formando complexos de inclusão. Estas moléculas são de caráter hidrofóbico e seu tamanho deve ser pequeno o suficiente para caber no interior da cavidade (2, 4). A profundidade da CD é a mesma para as diferentes CDs, sendo que o diâmetro da cavidade é diferente para cada uma delas. A α -CD é a que possui menor diâmetro, devido ao menor número de unidades de glicose presente em sua estrutura, sendo cerca de 66% do volume da β -CD e 41% do volume da γ -CD (4, 5). As dimensões das moléculas de ciclodextrinas podem ser visualizadas na Figura 2.

Estas e outras propriedades físico-químicas das ciclodextrinas encontram-se resumidas na Tabela 1 (2, 6).

Tabela 20 – Resumo das propriedades físico-químicas das ciclodextrinas.

Ciclodextrina	Solubilidade em água (mg/mL) a 25 °C	Massa molar (g/mol)	Tensão superficial (nM/m)	Rotação específica a 25 °C
α	145,0	972	73	+150,5
β	18,5	1135	73	+162,5
γ	232,0	1297	73	+177,4

Fonte: adaptado de Varan et al. (2017) e Miyazawa et al. (1995).

Metabolismo e toxicidade

As CDs são geralmente reconhecidas como seguras (GRAS), mas existem alguns estudos sobre sua toxicidade em humanos, alertando para efeitos como náuseas, flatulência, entre outros.

As CDs dificilmente são sensíveis a hidrólise ou degradação por enzimas humanas, portanto são praticamente excretadas em sua forma intacta através de filtração renal, quando injetadas no organismo por via intravenosa. Quando sua administração é por via oral, pode haver uma absorção das CDs pelo trato gastrointestinal (5). Embora a α -CD e a β -CD não possam ser hidrolisadas por amilases salivares e pancreáticas humanas, elas atuam como fibras, sendo fermentadas por microrganismos no intestino. Enquanto isto, a γ -CD é lentamente digerida e absorvida pelo trato gastrointestinal (1).

Em geral, a administração oral da α -CD é bem tolerada pelo organismo e não está associada a efeitos colaterais, podendo ser absorvida em baixíssimas quantidades pelo trato gastrointestinal. A β -CD não pode ser administrada por via parenteral, ou seja, por injeções, devido a sua menor solubilidade em meio aquoso, o que poderia causar efeitos adversos como nefrotoxicidade. Por via oral, a β -CD não está relacionada ao surgimento de efeitos adversos e é frequentemente utilizada em alimentos (1).

Já para a γ -CD, as informações são relativamente controversas, pois alguns trabalhos afirmam que é percebido um ligeiro comprometimento renal para a administração via parenteral, enquanto outros estudos não relatam efeitos colaterais. Por via oral, os efeitos colaterais são considerados insignificantes. Em cães da raça Beagle foi detectado um aumento da ocorrência de diarreia e seus sintomas. De forma geral, em humanos, a γ -CD se comporta como a maltodextrina em termos de efeitos colaterais (7).

Formação de complexos

As CDs formam complexos de inclusão ao receber moléculas hóspedes em suas cavidades hidrofóbica. A inclusão de uma molécula hóspede na ciclodextrina consiste basicamente na substituição de moléculas de água que se encontram no interior da cavidade por moléculas mais hidrofóbicas (8). A Figura 3 representa a inclusão.

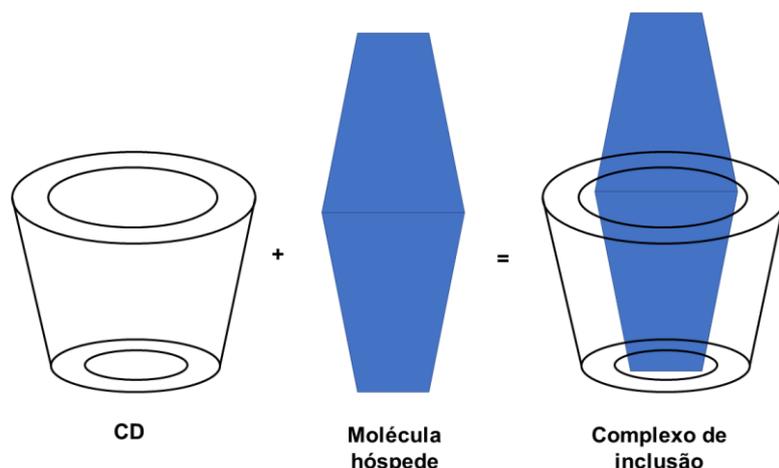


Figura 3 – Representação esquemática da formação de complexos.

A formação de um complexo entre uma CD e uma molécula é dependente do tamanho da molécula pois a mesma deve entrar no interior da CD. Com base nas dimensões da β -CD, ela é capaz de formar complexos com moléculas aromáticas e heterocíclicas. Por outro lado, a γ -CD pode formar complexos com macrocíclicos e esteroides e, a α -CD, tradicionalmente, forma complexos de inclusão com derivados do benzeno (4, 6). Porém, o tamanho não é o único fator responsável pela formação dos complexos. É visto experimentalmente que algumas moléculas que tradicionalmente complexam com a α -CD não conseguem complexar com a β -CD e a γ -CD, com as quais teoricamente complexariam devido aos seus tamanhos menores que as cavidades hidrofóbicas (4).

Além dos complexos formados por uma molécula de CD e uma molécula hóspede, podem existir complexos denominados de ordem superior, que apresentam mais de uma CD para uma molécula hóspede. A Figura 4 exemplifica um complexo CD-hóspede 2:1 (5).

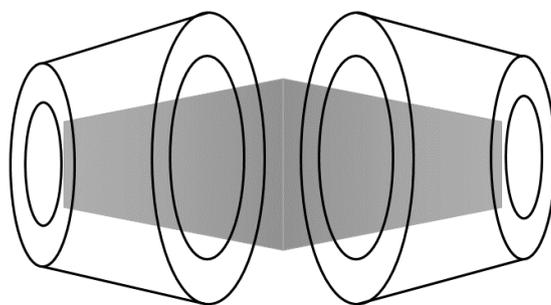


Figura 4 – Representação esquemática da formação de um complexo envolvendo uma molécula hóspede e duas moléculas de CD.

A formação de complexos entre CD e moléculas hóspedes é impulsionada por interações não covalentes fracas, como hidrofóbica, eletrostática e van der Waals, bem como por ligações de hidrogênio. Durante a complexação entre CDs e outras moléculas, a região hidrofóbica do hóspede é inserida dentro da cavidade hidrofóbica da CD, promovendo a liberação de moléculas de água das regiões hidrofóbicas de ambas moléculas (8). Assim, há uma substituição de uma interação energeticamente não favorável entre as moléculas de água e regiões hidrofóbicas das moléculas de CD e hóspede, por uma interação energeticamente favorável (9).

Aplicações das ciclodextrinas em alimentos

Uma das principais aplicações das CDs é aumentar a solubilidade de compostos insolúveis em meio aquoso. O ácido cinâmico, presente em frutas e especiarias, tem atividade antimicrobiana contra deterioradores e patógenos, mas sua baixa solubilidade aquosa limita seu uso. O complexo α -CD com ácido cinâmico, foi estudado para controle do crescimento de *Salmonella* entérica e *Escherichia coli* O157:H7 em sucos de frutas. A inclusão aumentou a solubilidade do ácido cinâmico e, em comparação com o grupo controle, o complexo reduziu significativamente as populações de *Salmonella* e *cinâmico*.

coli, sendo apontado como uma alternativa aos processos de aquecimento tradicionais (10).

A vitamina A não pode ser sintetizada em humanos e, conseqüentemente, deve ser obtida pela da dieta, através de suplementos ou alimentos. No entanto, a vitamina A se decompõe com a temperatura, sob a exposição à luz ultravioleta ou na presença de oxigênio, além de possuir baixa solubilidade em meio aquoso. A formação de complexos de inclusão entre palmitato de vitamina A em β -ciclodextrina, sem o uso de solventes orgânico, foi estudada com o objetivo de verificar o aumento da solubilidade em água do palmitato de vitamina A e sua estabilidade contra diferentes fatores externos, com o intuito de, posteriormente, enriquecer produtos de base aquosa. Os resultados mostraram um aumento notável da solubilidade em água e da estabilidade em frente a essas variáveis quando encapsulado (11).

Outro uso das CDs envolve a melhoria da biodisponibilidade de moléculas hospede. O steviolbiosídeo (sbio) é um glicosídeo de esteviol usado como um substituto da sacarose, que possui benefícios para a saúde, mas de baixa solubilidade aquosa baixa biodisponibilidade. O possível modo de ligação de Sbio com α -CD, β -CD e γ -CD foi identificado usando o software AutoDock e os testes de triagem molecular do hospedeiro mostraram que o γ -CD era a molécula hospedeira ideal. Em geral, a solubilidade e a biodisponibilidade oral de Sbio melhoraram significativamente após a inclusão na γ -CD (12).

Complexos entre CDs e compostos voláteis responsáveis pelo aroma e sabor em alimentos, são responsáveis pela manutenção das características sensoriais de produtos ao longo de sua vida de prateleira. Voláteis como a cânfora, limoneno, cimeno, linalol, eucaliptol e mentol podem complexar eficientemente com as CDs (13). D-limoneno é um composto fenólico que apresenta atividade antioxidante e antimicrobiana. No entanto, a baixa solubilidade e a alta volatilidade limitam suas aplicações. Para superar essas limitações, o limoneno foi incorporado em nanoesponjas de β -CD. A solubilidade e a estabilidade térmica do limoneno foram aumentadas após o encapsulamento. O limoneno encapsulado mostrou maior atividade antibacteriana em comparação com o limoneno livre. O limoneno complexado apresentou uma liberação controlada em condições gastrointestinais, que é uma outra função de interesse na inclusão de moléculas hóspedes em CDs (14).

Alguns pigmentos podem apresentar alterações em suas cores como perda da intensidade da cor ou mudança de tonalidade de acordo com as condições do meio como pH e presença da luz e oxigênio. As antocianinas são pigmentos que apresentam propriedades funcionais como atividade antimicrobianas, antioxidantes, anticarcinogênicas, entre outras. Em diferentes valores de pH, as antocianinas podem apresentar alterações em suas cores e se tornam estáveis quando em complexo com a β -CD, além de ter sua capacidade antioxidante mantida por tempo maior. Este complexo solúvel é uma potencial alternativa para corantes sintéticos. Quando avaliada em bebidas para atletas, as antocianinas complexadas com a β -CD apresentaram vida útil prolongada por até 13 meses em diferentes condições de armazenamento (15). Além das antocianinas, outros pigmentos que se beneficiam da interação com as CDs são os carotenoides, pigmentos lipofílicos. Quando em complexo, há prevenção de sua degradação e a

coloração e suas propriedades antioxidantes ficam preservadas, além de melhorar sua solubilidade (16).

As CDs podem atuar como sequestrantes de compostos indesejados como off flavors, micotoxinas, acrilamida, gordura trans e colesterol (17). Off-flavors são componentes dos alimentos que podem possuir adstringência, amargor e odores indesejados, cujos efeitos podem ser reduzidos se estes componentes estiverem inclusos em ciclodextrinas. Um exemplo desta aplicação das CDs é a remoção de precursores de off-flavors em proteína isolada de soja, através do tratamento com fosfolipase A₂ e CDs. Este processo consegue remover cerca de 95% dos precursores quando a α -CD é utilizada. Já a γ -CD não demonstrou efeitos na remoção destes precursores de off flavors (18). Outro exemplo desta aplicação é sequestrar e remover o colesterol em alimentos de origem animal. A eficiência varia muito de acordo com a matriz alimentar, mas varia entre 41%, para o leite, e 92%, para a gordura de porco (9). Para a remoção de colesterol em ovos, utilizando β -CD intercruzada, a eficiência varia entre 86-92% dependendo das condições utilizadas no processo. Este estudo também avaliou o número de ciclos que a mesma β -CD pode ser utilizada para remover o colesterol e concluiu que a reciclagem é possível, mas limitada ao terceiro ciclo devido a uma interação que ocorre entre a β -CD e proteínas do ovo (19). Para a remoção do colesterol em leite pasteurizado não homogeneizado a 4 °C, pela adição de β -CD, a remoção foi de 65-95%. Os melhores resultados foram obtidos para o leite tratado com 0,6% de β -CD. O complexo β -CD-colesterol foi precipitado do leite durante 20 min sem agitação a 4 °C e removido por centrifugação. Após a separação do leite, aproximadamente 0,35% da β -CD residual permaneceu na fração desnatada e 0,1% no creme do leite tratado com 0,6% de β -CD. O restante da β -CD foi complexado com o colesterol e eliminado. As composições individuais de ácidos graxos e triglicérides não diferiram entre o leite controle e o leite tratado com 0,6% de β -CD (20).

As CDs podem ser utilizadas em alimentos com o objetivo de modificar características de géis, como por exemplo, o gel de κ -carragena. O uso das CDs (β -CD e derivados, α -CD, γ -CD) é capaz de aumentar a temperatura de gelificação e a plasticidade do gel de κ -carragena, sendo que o gel contendo metil- β -CD mostra a estrutura de rede mais uniforme e fina (21).

A α -CD pode ser adicionada aos alimentos não apenas com o intuito de formar complexos, mas também como uma fibra dietética solúvel. Fibras solúveis promovem benefícios para a saúde gastrointestinal e reduzem o risco de doenças cardíacas devido ao fato de auxiliar na redução do nível de glicose e colesterol do sangue (4).

Além destas aplicações, as CDs podem ser utilizadas como estabilizantes devido ao fato de interagir com as moléculas de água e ajudar a espessar o meio. A γ -CD pode ser usada como estabilizante para emulsões presentes em recheios à base de gordura, recheio à base de frutas, sobremesas lácteas, queijos processados, sobremesas lácteas, produtos de padaria, incluindo massa e misturas para bolos e pães (7).

CONCLUSÕES

A aplicação de CDs vem aumentando de forma significativa ao longo dos anos, podendo ser adotado por diferentes indústrias. Na indústria de alimentos, desempenha papéis fundamentais como a solubilização de moléculas insolúveis em meio aquoso e a proteção e estabilização de compostos bioativos.

Apesar de terem sido descobertas há mais de cem anos, as CDs ainda são tema de estudos fundamentais e aplicados. Além disto, as CDs apresentam a possibilidade de complexar com diversas moléculas, o que indica que provavelmente existem inúmeros complexos formados com moléculas bioativas que ainda não foram descritos e estudados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Brewster ME, Loftsson T. Cyclodextrins as pharmaceutical solubilizers. *Adv Drug Deliv. Rev.* 2007;59:645-666.
2. Varan G, Varam C, Erdoglar N, Hincal AA, Bilensoy E. Amphiphilic cyclodextrin nanoparticles. *Int J Pharm.* 2017;532:457-469.
3. Vyas A, Saraf S, Saraf S. Cyclodextrin based novel drug delivery systems. *J Incl Phenom Macrocycl Chem.* 2008;62:23-42.
4. Li Z, Chen S, Gu Z, Chen J, Wu J. Alpha-cyclodextrin: enzymatic production and food applications. *Trends Food Sci Technol.* 2014;35:151-160.
5. van de Manakker F, Vermonden T, Nostrum CF, Hennink WE. Cyclodextrin-based polymeric materials: synthesis, properties and pharmaceutical/biomedical applications. *Biomacromolecules.* 2009;10:3158-3175.
6. Miyazawa I, Ueda H, Nagase H, Endo T, Kobayashi S, Nagai T. Physicochemical properties and inclusion complex formation of δ -cyclodextrin. *Eur J Pharm Sci.* 1995;3:153-162.
7. Saokham P, Loftsson T. γ -Cyclodextrin. *Int J Pharm.* 2017;517:278-292.
8. Agudelo JAP, Coelho YL, Ferreira GMD, Ferreira GMD, Hudson EA, Pires ACS, da Silva LHM. Solvophobic effect of 1-alkyl-3-methylimidazolium chloride on the thermodynamic of complexation between β -cyclodextrin and dodecylpyridinium cation. *Colloids Surf A.* 2019;582:123850.

9. Astray G, Gonzalez-Barreiro C, Mejuto JC, Rial-Otero R, Gándara JS. A review on the use of cyclodextrins in foods. *Food Hydrocoll.* 2009;23:1631–1640.
10. Truong VYT, Boyer RR, McKinney JM, O’Keefe SF, Williams RC. Effect of α -Cyclodextrin-Cinnamic Acid Inclusion Complexes on Populations of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* in Fruit Juices. *J Food Prot.* 2010;73:92–96.
11. Vilanova N, Solans C. Vitamin A Palmitate- β -cyclodextrin inclusion complexes: characterization, protection and emulsification properties. *Food Chem.* 2015;175:529–535.
12. Wan H, Ni Y, Li, D. Preparation, characterization and evaluation of an inclusion complex of steviolbioside with γ -cyclodextrin. *Food Biosci.* 2018;26:65–72.
13. Ciobanu A, Landy D, Fourmentin S. Complexation efficiency of cyclodextrins for volatile flavor compounds. *Food Res Int.* 2013;53:110-114.
14. Salehi O, Sami M, Rezaei A. Limonene loaded cyclodextrin nanosponge: Preparation, characterization, antibacterial activity and controlled release. *Food Biosci.* 2021;42:101193.
15. Aguilera Y, Mojica L, Rebollo-Hernanz M, Berhow C, Mejia EG, Martín-Cabrejas MA. Black bean coats: New source of anthocyanins stabilized by β -cyclodextrin copigmentation in a sport beverage. *Food Chem.* 2016;212:561–570.
16. Garcia EF, Gálvez AP. Carotenoid: β -cyclodextrin stability is independent of pigment structure. *Food Chem.* 2017;221:1317-1321.
17. Fenyvesi É, Vikmon M, Szenté L. Cyclodextrins in Food Technology and Human Nutrition: Benefits and Limitations. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2016;56:1981–2004.
18. Zhu D, Damodaran S. Removal of off-flavour-causing precursors in soy protein by concurrent treatment with phospholipase A2 and cyclodextrins. *Food Chem.* 2018;264:319-325.
19. Jeong HJ, Sun H, Chogsom C, Kwak HS. Cholesterol removal from whole egg by crosslinked β -cyclodextrin. *Asian Australas. J Anim Sci.* 2014;27:537-542.
20. Alonso L, Cuesta P, Fontecha J, Juarez M, Gilliland SE. Use of β -cyclodextrin to decrease the level of cholesterol in milk fat. *J Dairy Sci.* 2009;92:863–869.
21. Yuan C, Sang L, Wang Y, Cui B. Influence of cyclodextrins on the gel properties of kappa-carrageenan. *Food Chem.* 2018;266:545-550.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-114>

Capítulo 114

DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM MASSA FRESCA ENRIQUECIDA COM MIX DE FARINHAS DA FRAÇÃO FOLIAR DE HORTALIÇAS

Andressa Pedrosa Carlotto de Souza¹; Cláudia Hernandes Ogeda²

¹Acadêmica do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos – UERGS; E-mail: andressa-carlotto@uergs.edu.br, ²Docente Adjunta de Ciência dos Alimentos – UERGS. E-mail: claudia-hernandes@uergs.edu.br

Resumo: O enriquecimento nutricional de alimentos através do uso de partes não convencionais é uma das formas de auxiliar no decréscimo do desperdício de alimentos. Essas partes como as folhas e talos de hortaliças possuem grande aporte nutricional, além da presença de compostos fenólicos, muitas vezes apresentando maiores teores do que as partes nobres dos vegetais. Os compostos fenólicos são fontes naturais de antioxidantes que estão presentes em pequenas quantidades nos alimentos, destacando-se sua presença em vegetais folhosos. Desenvolveu-se a pesquisa com o objetivo de potencializar uma alternativa para o uso de partes não convencionais de alimentos através do enriquecimento nutricional de uma massa fresca com um mix de farinhas vegetais obtidas através da desidratação da fração foliar de cenoura, beterraba e couve-flor. A incorporação das farinhas à massa fresca foi realizada através de um mix em proporções iguais substituindo a farinha de trigo em 30%. Foram realizadas análises físico-químicas para quantificação de fenólicos totais utilizando espectrofotometria UV com uso do reagente Folin-Ciocalteu. O teor de fenólicos totais no extrato foi estimado em 3,66 mg/L de ácido gálico. Concluiu-se que o enriquecimento nutricional com farinhas vegetais é uma opção nutricionalmente favorável, com presença de compostos bioativos e que auxilia no controle do desperdício de alimentos.

Palavras-chave: compostos fenólicos; enriquecimento nutricional; aproveitamento integral de alimentos

INTRODUÇÃO

O aproveitamento integral de alimentos é uma prática que conduz diversos benefícios. Uma das maneiras de realiza-la é através do uso de folhas e talos de hortaliças, partes essas que não possuem valor comercial e normalmente são descartadas (1). Apesar disso, as partes não convencionais de alimentos estão se tornando alternativas de enriquecimento de alimentos e aumento do valor nutricional das refeições pelo fato de, algumas vezes, serem mais nutritivos do que a parte nobre do vegetal. Além disso, é

importante lembrar que essa prática auxilia no controle do desperdício de alimentos, além de ser sustentável e proporcionar um melhor uso dos recursos naturais disponíveis (2).

Um método que obtém destaque para aproveitamento integral e enriquecimento nutricional de alimentos é a desidratação da matéria prima e seu processamento em forma de farinha. Este tipo de processamento diminui o volume, reduz a carga microbiana e facilita o transporte. Além disso, possibilita a substituição parcial e até mesmo total de farinha de trigo em receitas tradicionais, gerando assim, um teor muito maior de fibras, alto valor nutricional e em alguns casos ausência de glúten (3).

Resíduos de frutas, legumes e hortaliças, podem contribuir de forma nutricional, e ainda, serem utilizados como ingrediente substancial na fabricação de diversos tipos de produtos alimentícios para refeições no dia a dia (4). É importante lembrar, que esses resíduos são uma ponte para a ingestão de compostos fenólicos que são substâncias encontradas amplamente em diferentes vegetais inclusive em partes não convencionais e que apresentam atividade biológica, principalmente antioxidantes com capacidade de reduzir o risco de câncer e doenças cardiovasculares quando o consumo for regular (5)(6).

Os compostos fenólicos são fontes naturais de antioxidantes que se apresentam na maioria das vezes como polifenóis ou fenóis. São caracterizados por reagir ou inibir radicais livres que são moléculas instáveis prejudiciais à saúde quando presentes em excesso no organismo, estando associados ao envelhecimento e a doenças crônicas. Além disso, essas moléculas previnem oxidação lipídica e retardam reações oxidativas fazendo a defesa do organismo contra espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (7)(8).

Estão presentes em pequenas quantidades nos alimentos. As frutas, hortaliças e algumas bebidas são as principais fontes de substâncias fenólicas na dieta, sendo encontrados com maior disponibilidade em vegetais folhosos e alimentos sem processamento (inclusive descascamento e cozimento), pois sofrem transformações quando as células vegetais são danificadas liberando a polifenoloxidase. Em vegetais folhosos, a concentração de flavonóis glicosídicos chega a ser dez vezes maior nas folhas verdes externas do que nas internas (7).

Diante ao exposto, objetivou-se nesta pesquisa realizar o enriquecimento nutricional de uma massa fresca através da adição de um mix de farinhas vegetais obtidas a partir da desidratação da fração foliar de hortaliças, estas consideradas ricas em compostos bioativos, e estabelecer o teor de compostos fenólicos totais desta formulação, visto a importância de sugerir uma alternativa para o uso de partes de alimentos que comumente são descartadas e possuem capacidade de agregar valor nutricional à alimentos consumidos diariamente pela população.

MATERIAL E MÉTODOS

As farinhas utilizadas para o enriquecimento da massa fresca foram desenvolvidas utilizando os talos e folhas de beterraba, cenoura e couve-flor. O material foi submetido a sanitização em hipoclorito de sódio, branqueamento, desidratação em estufa com circulação forçada de ar a 60° C e trituração.

A aplicação das farinhas na massa foi realizada através de um mix em proporções iguais das três farinhas, substituindo em 30% a farinha de trigo que foi usada na receita.

O teor de compostos fenólicos totais na massa fresca foi determinado por espectrofotometria UV com uso do reagente Folin-Ciocalteu, observando-se a formação de um complexo azul resultante da oxidação dos fenóis presentes na amostra, empregando ácido gálico como padrão (9).

Para a obtenção do extrato foi pesado 1 grama de amostra da massa fresca enriquecida com mix de farinhas vegetais em erlenmeyer de 100mL e adicionado 70mL de etanol a 95%. A mistura permaneceu em uma incubadora shaker com controle de temperatura e agitação por 24 horas, com o frasco coberto com filme plástico e papel alumínio para evitar a incidência de luz sobre a amostra (5).

Para a curva de calibração foi utilizado ácido gálico em cinco diferentes concentrações (20, 40, 60, 80 e 100mg ácido gálico/L). Em tubos de ensaio foram adicionados 0,25mL de cada concentração e 2,75mL de solução do reagente Folin-Ciocalteu 3% e após 5 minutos 0,25mL de carbonato de sódio 10%. Para o branco foi adicionado no tubo de ensaio 0,25mL de etanol (solvente usado na extração) e 2,75mL da solução de Folin-Ciocalteu 3%. Após uma hora de repouso em ausência de luz, a absorbância das amostras foi lida em espectrofotômetro a 765nm, e os dados obtidos foram plotados para obtenção da curva padrão em gráfico de dispersão (10).

A determinação do teor de fenólicos totais no extrato obtido foi realizada da seguinte forma: em tubos de ensaio foi adicionado 0,25mL do extrato obtido da amostra e 2,75mL da solução de Folin-Ciocalteu 3%, e após 5 minutos foram adicionados 0,25mL da solução de carbonato de sódio 10%. O branco foi feito da mesma forma do que para a curva de calibração. Após uma hora na ausência de luz as amostras foram lidas em espectrofotômetro com comprimento de onda 765nm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os compostos fenólicos estão presentes em pequenas quantidades nos alimentos, principalmente em tecidos vegetais estimando-se um consumo diário entre 25mg e 1,0g por dia dependendo da alimentação (7).

O teor de fenólicos totais foi determinado pela aplicação da absorbância das amostras contra uma curva de calibração (Figura 1) construída com padrões de ácido gálico (20 a 100mg/L) e expressos como mg de EAG (equivalentes de ácido gálico) por grama do produto (base úmida). A equação obtida na curva de calibração do ácido gálico foi:

$$y = 0,0128x + 0,0591$$

Onde:

y = absorbância obtida da amostra a 765 nm;

x = concentração do ácido gálico (extrato).

O valor da absorbância da amostra (y) foi $0,106 \pm 0,016$, logo $X = 3,66$ mg/L de ácido gálico. O coeficiente de correlação da curva de calibração foi $R^2 = 0,9908$.

O teor de ácido gálico equivalente no alimento foi determinado a partir da equação: $AGE (mg/100g \text{ b. u.}) = \frac{(CxVE)/1000}{m} \times M$

Onde:

C = concentração (mg/L) de ácido gálico equivalente no extrato;

VE = Volume do extrato (mL);

m = massa de amostra usada na extração (g) e

M = 100

Tendo: $AGE (mg/100g \text{ b. u.}) = \frac{(3,66 \times 0,25)/1000}{1,0} \times 100$, logo AGE (mg/100g b. u.) = 0,0915 mg/100g.

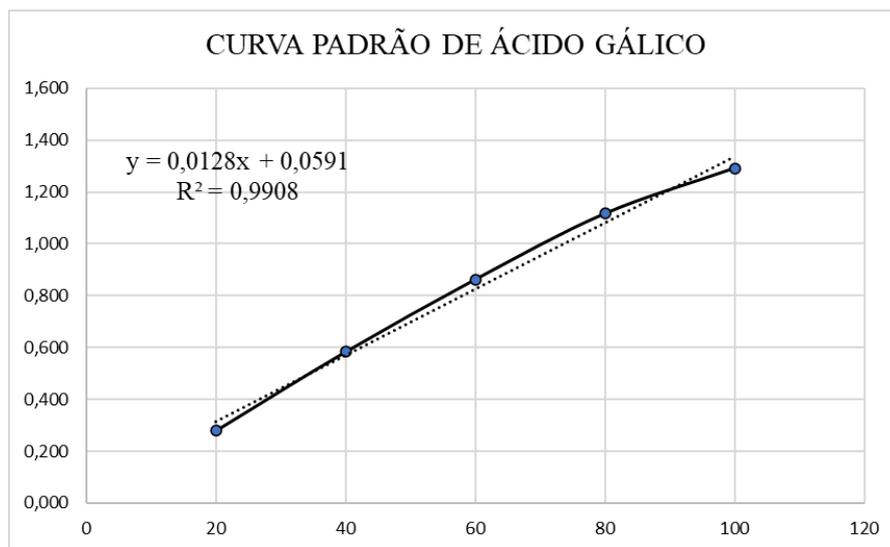


Figura 20 – Curva de calibração desenvolvida com padrões de ácido gálico
 Fonte: Autoras (2021)

O extrato avaliado apresentou pequena concentração de compostos fenólicos. Associa-se o fato à diversas causas, como por exemplo, devido à pandemia de COVID-19 as farinhas vegetais com as quais foi desenvolvida a massa fresca ficaram armazenadas durante aproximadamente 15 meses até a realização da análise de compostos fenólicos, o que pode ter afetado a disponibilidade desses compostos.

Segundo Araujo (2011) “os compostos fenólicos são moléculas altamente instáveis e rapidamente transformadas em diversos produtos oriundos de reações observadas quando as células vegetais são danificadas; por exemplo durante o processamento” (7).

Quando comparado a dados de vegetais folhosos in natura percebe-se que estes possuem uma disponibilidade bem maior de compostos fenólicos do que os que sofrem algum processamento como os utilizados neste trabalho. No estudo de Tiveron (2010) o espinafre e o agrião apresentaram respectivamente 12,2 e 12,5 mg/g de fenólicos totais (11). Sartorelli (1998), desenvolveu a caracterização química da parte aérea de cenoura e beterraba encontrando valores mais baixos quando comparados aos vegetais folhosos convencionais sendo respectivamente 2,07 e 2,04 mg/100g para teor de compostos fenólicos (12).

Considera-se também, o branqueamento e a desidratação que foi realizado na matéria prima utilizada para o desenvolvimento das farinhas vegetais aplicadas na massa

fresca. O branqueamento em folhas de batata doce em água fervente por 30 segundos promoveu perdas em torno de 27% do total de flavonoides presentes nas folhas cruas, assim como em espinafre que a redução pode chegar a 30 % (13),(14).

Quando relacionado a desidratação da matéria prima, menciona-se o estudo de Bassetto et al., (2020) onde realizou-se a produção de farinha de casca de beterraba através de desidratação para utilizar como matéria prima para fabricação de biscoito tipo “cookies”. Analisando o conteúdo de betacianinas (composto fenólico do grupo das antocianinas) presente na casca de beterraba in natura, na farinha desenvolvida e no biscoito enriquecido com a farinha, as autoras observaram uma diminuição do teor de betacianinas de aproximadamente 59% na farinha e de 64% no biscoito em relação a casca in natura (15).

Apesar do exposto, pode-se mencionar o estudo de Marcato et al. (2021), onde foi feita uma massa fresca tipo espaguetti enriquecida com farinha de inhame, sendo realizadas algumas análises incluindo-se o teor de fenóis totais e capacidade antioxidante. Os autores mencionam que a massa enriquecida com a farinha de inhame não apresentou diferença significativa quando comparada à massa controle (sem adição da farinha de inhame) para esses parâmetros e portanto, apesar de diversos estudos comprovarem a capacidade funcional e antioxidante de inhame, a adição da farinha derivada do tubérculo não afetou a capacidade antioxidante e o teor de compostos fenólicos da massa desenvolvida (16).

CONCLUSÕES

O mix de farinhas vegetais proporcionou à massa fresca a presença de compostos fenólicos. Ainda que vegetais folhosos in natura possuam uma disponibilidade maior destes compostos, o uso de partes não convencionais de alimentos em forma de farinhas é uma maneira de otimizar seu uso, possibilitando a incorporação das mesmas em diversas receitas e formulações.

Considerando os fatos, o uso de farinhas vegetais aumenta o aporte nutricional de preparações sem interferir em seu custo, auxiliando no controle do desperdício de alimentos, podendo ainda, serem consideradas um dos veículos para a redução de carências nutricionais

REFERÊNCIAS

1. Franzosi D, Daneluz H, Baratto I. Níveis de desperdício de partes não convencionais de produtos utilizados diariamente em um restaurante no sudoeste do Paraná. RBONE. 2018;12:66-75.
2. Santana A, Oliveira L. Aproveitamento da casca de melancia (*Curcubita citrullus* Shrad) na produção artesanal de doces alternativos. Aliment. Nutri. Araraquara. 2009;16:363-368.
3. Storck C, Nunes G, Oliveira B, Basso C. Folhas, talos cascas e sementes de

- vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial das preparações. *Ciênc. Rur.* 2013;43:537-543.
4. Santos AK, Rodrigues EC, Hernandez T, Oliveira AP. Caracterização física e química de biscoito salgado enriquecido com farinha de resíduos do processamento da cenoura e especiarias. *Rev. Bra. Tecnol. Agroind.* 2017;11:2368-2381.
 5. Silva C, Tassi E, Pascoal G. *Ciência dos alimentos: princípios de bromatologia*. Rio de Janeiro: Rubio; 2016.
 6. Wardlaw G, Smith A. *Nutrição contemporânea*. 8. Ed. HMGH;2013.
 7. Araujo J. *Química de Alimentos: teoria e prática*. 5. Ed. Viçosa: UFV; 2011.
 8. Melo EA, Inês M, Maciel S, Arroxelas V, Lima G, Lídia F, Leal L, et al. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2006;26:639-644.
 9. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic - phosphotungstic acid reagent. *Amer. Jour. Enol. Viticultur.* 1965;16:144–158.
 10. Dias, T. Determinação do teor de fenólicos totais (Folin-Ciocalteu) – espectrofotometria [Internet]. Goiás: UFG;2016 [acesso em 21 out 2021]. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/128/o/Fen%C3%B3licos_Totais_-_LANAL-UFG_Vers%C3%A3o_2.pdf?1545409339
 11. Tiveron AP. *Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidos no Brasil* [Tese de Doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010.
 12. Sartorelli , CS. *Caracterização química da parte aérea de cenoura (Daucus carota) e beterraba (Beta vulgaris), visando ao aproveitamento na alimentação humana* [Tese de Mestrado]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 1998.
 13. Chu YH, Chang CL, Hsu HF. Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. *J. Sci. Food Agric.* 200;80:561-566.
 14. Puupponen-pimiä R, Häkkinen ST, Aarni M, Suortti T, Lampi A-M, Eurola M, et al. Blanching and longterm freezing affect various bioactive compounds of vegetables in different ways. *J. Sci. Food Agric.* 2003;83:1389-1402.
 15. Bassetto RZ, Misugi CT, Barana AC, Biancardi CR. Aproveitamento de farinha de resíduo de beterraba como matéria-prima para fabricação de biscoito tipo “cookies”. *Rev. Techno.Eng.* 2020;1:2178-3586.

16. Marcato AR, Wahanik AL, Pastore GM, Neri-Numa IA, Felisberto MHF, Campelo PH, et al. Farinha de inhame em massa fresca integral: avaliação da qualidade tecnológica e funcional. Research, Society and Development [Internet]. 1 Mar 2021 [Acesso em 21 Out 2021] Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13002>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-115>

Capítulo 115

EFEITO DAS CONDIÇÕES DE INFUSÃO SOBRE O TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE TANSAGEM (*Plantago major* L.)

Carla Patrícia Schmitt¹; Marines Marlete Stahlhofer²; Tayná Francine Gretzler Gruetzmann³; Denise da Fontoura Prates⁴; Danielle Cristina Barreto Honorato Ferreira⁵; Tahis Regina Bau⁶

¹Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos – IFSC, Campus São Miguel do Oeste, E-mail: patriciaalimentos2015@gmail.com; ²Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos – IFSC, Campus São Miguel do Oeste, E-mail: marinesstahlhofer@gmail.com; ³Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos – IFSC, Campus São Miguel do Oeste, E-mail: taaynafgg.smo@gmail.com; ⁴Docente do IFSC, Campus São Miguel do Oeste, E-mail: denise.prates@ifsc.edu.br; ⁵Docente do IFPR, Campus Jaguariaíva, E-mail: denielle.ferreira@ifpr.edu.br; ⁶Docente do IFSC, Campus São Miguel do Oeste, E-mail: tahis.bau@ifsc.edu.br.

Resumo: O consumo de extrato aquoso de diversas espécies vegetais tem sido uma prática comum pela população mundial, em função das propriedades terapêuticas resultantes de uma série de compostos benéficos presentes nesses extratos. Entre as plantas com uso medicinal, a tansagem tem se destacado pelas propriedades benéficas à saúde, atribuídas principalmente aos compostos fenólicos. As condições de preparo da infusão das folhas de tansagem podem interferir na extração destes compostos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das condições de infusão, como tempo e temperatura, sobre o teor de compostos fenólicos obtido no extrato aquoso de folhas de tansagem (*Plantago major* L.). Para avaliar o efeito da temperatura (X_1) e tempo (X_2) na extração de compostos fenólicos foi aplicado um planejamento fatorial 3^2 , em diferentes temperaturas ($X_1 = 60, 75$ e 90 °C) e tempos ($X_2 = 5, 15$ e 25 min). Os dados obtidos neste estudo revelaram que em tempos mais longos e temperaturas mais elevadas de infusão, obteve-se melhor extração de compostos fenólicos nas amostras de tansagem. A maior extração de compostos fenólicos ocorreu a 90 °C por 25 min ($86,17$ mg AG por 100 mL).

Palavras-chave: Bebidas; chá; compostos fenólicos; extratos vegetais; planejamento fatorial

INTRODUÇÃO

A tansagem (*Plantago major* L.) também conhecida por tanchagem-média, plantagem, sete-nervos, tanchás e tranchagem (1), é originária do norte Europeu e da Ásia central e pertencente à família das *Plantaginaceae* (2). A tansagem, encontrada em várias regiões do Brasil, vem sendo utilizada no tratamento de doenças do aparelho respiratório, auxilia no tratamento de úlceras e em processos de cicatrização (3).

Numerosos estudos têm demonstrado o efeito de compostos fenólicos na dieta humana, devido a sua atividade antioxidantes e possível atividade anti-carcinogênica. Os

compostos fenólicos presentes na tansagem também estão associados aos efeitos terapêuticos atribuídos a esta planta. Além disso, compostos como os taninos podem atuar na cicatrização e alívio de dores causadas por queimaduras (4), e a aucubina tem sido associada a ação anti-inflamatória e antimicrobiana (5). Outros compostos presentes na tansagem, como flavonóides, derivados do ácido caféico, iridóides, terpenóides, baicaleína, baicalina e luteolina também têm sido reportados devido aos potenciais benefícios à saúde (4,6,7).

As bebidas à base de chá estão entre as mais populares do mundo e seu consumo aumentou aproximadamente 30 % na última década, possivelmente devido a relação inversa entre sua ingestão e risco de doenças degenerativas (8, 9). Os compostos bioativos de plantas podem ser extraídos por meio do método de infusão (10). Entretanto, para que o extrato aquoso apresente os benefícios esperados, é fundamental obter o maior teor possível de compostos bioativos. Segundo Fakeye et al. (11) a extração de compostos bioativos das fontes de vegetais depende de vários fatores, como tipo de solvente, velocidade de agitação, proporção de sólidos e solventes, tempo de extração e temperatura. Assim, torna-se relevante estudar condições de infusão que otimizem a extração dos compostos com atividade terapêutica. Estudos realizados por Oliveira (12) indicam que longos períodos de tempo e temperaturas elevadas de infusão podem promover a oxidação dos compostos fenólicos, enquanto intervalos curtos de tempo podem não ser suficientes para completa solubilização dos compostos de interesse. No entanto, as temperaturas elevadas podem aumentar a eficiência de extração, uma vez que o calor torna as paredes celulares permeáveis, aumentando a solubilidade e difusão dos compostos que se deseja extrair, além de diminuir a viscosidade dos solventes e, desta forma, facilitar a sua passagem através do substrato sólido, melhorando o processo de extração (12).

Considerando que a eficiência da extração de compostos fenólicos no extrato aquoso de tansagem pode variar em função do tempo e da temperatura de processamento, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito das condições de infusão sobre o teor de compostos fenólicos do extrato aquoso de folhas de tansagem (*Plantago major* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas folhas de tansagem (*Plantago major* L.) coletadas em Descanso - SC (latitude -26.82566°; longitude -53.50775°). As folhas foram lavadas e sanitizadas com hipoclorito de sódio (150 ppm por 15 min) e desidratadas em estufa com circulação de ar (Lucadema, LUCA 82/630, Brasil) a 40 °C por 24 h (2). Após a desidratação, as folhas foram embaladas a vácuo e armazenadas sob refrigeração. Para obtenção dos extratos, as folhas desidratadas foram trituradas por 30 segundos em processador (Processador Oster, FPSTHB2615R, Brasil).

Os extratos aquosos de tansagem foram obtidos por meio de infusão de 3 g da folha desidratada em 75 mL de água destilada, conforme metodologia adaptada de Brasil (13). As infusões foram realizadas em banho-maria, em diferentes condições de tempo e temperatura, sendo que o extrato aquoso de tansagem obtido foi imediatamente resfriado em banho de gelo até atingir temperatura ambiente, seguido de filtração em papel filtro.

Para avaliar o efeito da temperatura (X_1) e tempo (X_2) sobre o teor de compostos fenólicos do extrato aquoso de tansagem foi aplicado o planejamento fatorial 3^2 , com três repetições no ponto central, totalizando 11 ensaios que foram realizados aleatoriamente.

As infusões foram realizadas em diferentes temperaturas ($X_1 = 60, 75$ e 90°C) e tempos ($X_2 = 5, 15$ e 25 minutos) conforme o planejamento fatorial (Tabela 1). A função resposta avaliada foi o teor de compostos fenólicos totais obtido para cada extrato.

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteu (14). Os resultados foram expressos como mg equivalente de ácido gálico/100 mL de extrato aquoso de tansagem (mg EAG /100 mL). As amostras do extrato aquoso foram diluídas em água destilada e adicionadas aos tubos de ensaio, seguido da adição de 1 mL de Folin-Ciocalteu (0,9 N) e 1 mL da solução de carbonato de cálcio (10%). Os reagentes foram preparados no momento da análise. Após a homogeneização, os tubos permaneceram em repouso por uma hora ao abrigo da luz, seguido da leitura em espectrofotômetro UV-Vis (Quimis, Q898U2M5, Brasil) a 760 nm. O ensaio branco foi constituído por 1 mL de água destilada adicionada de todos os demais reagentes, com exceção da amostra de extrato aquoso.

A função resposta investigada foi o teor de compostos fenólicos totais e, a partir da sua determinação, foi realizada a análise de regressão para avaliar os efeitos das variáveis independentes (x_1 e x_2) e suas interações. A análise de variância (ANOVA) da regressão e coeficiente de determinação (R^2) foram realizados para verificar o ajuste do modelo aos dados experimentais, utilizando o programa Statistica 10 (StatSoft, Tulsa, OK, EUA). O gráfico de superfície de resposta foi gerado a partir do modelo ajustado aos dados experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teor de compostos fenólicos em extrato aquoso de tansagem

O teor de compostos fenólicos em extrato aquoso de tansagem variou de 53 a 86,17 mg de ácido gálico/100 mL (Tabela 1), indicando que as diferentes condições de infusão afetaram a extração de compostos fenólicos. O maior teor de compostos fenólicos totais (86,17 mg EAG/100 mL) foi encontrado na infusão preparada a 75°C por 25 minutos e o menor conteúdo (53,00 mg EAG /100 mL) na infusão a 60°C por 5 minutos.

Tabela 1 – Planejamento fatorial e respectiva resposta para o teor de compostos fenólicos no extrato aquoso de tansagem

Ensaio	x_1	x_2	Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Tempo (min)	mg EAG /100 mL
1	-1	-1	60	5	53,00
2	-1	0	60	15	64,01
3	-1	1	60	25	68,83
4	0	-1	75	5	60,82
5	0	1	75	25	86,17
6	1	-1	90	5	74,59
7	1	0	90	15	79,50
8	1	1	90	25	85,56
9	0	0	75	15	73,92
10	0	0	75	15	77,14
11	0	0	75	15	73,07

As folhas da planta tansagem apresentam em sua composição compostos fenólicos, dentre eles destacam-se os flavonóides, os derivados do ácido caféico, iridóides, terpenóides e compostos como baicaleína, baicalina e luteolina (4,7). Alguns

estudos destacam a quantidade desses compostos na planta. De acordo com Ministério da Saúde (15), no pó obtido da folha triturada, encontrou-se um teor de flavonoides de 0,09 % (p/p). Já no extrato das folhas e sementes da planta é descrita na literatura uma grande quantidade de taninos (1,871 g/100g) e de flavonóides (211,423 mg/g) (16).

Em função da falta de dados na literatura para comparar o teor de compostos fenólicos no extrato aquoso de tansagem, serão utilizados resultados com outras espécies de plantas, semelhantes aos tratamentos aplicados neste trabalho.

O teor de ácido gálico encontrado em extrato aquoso de jambolão por Veber et al. (17), com infusão de 15 minutos numa temperatura de 80 °C, foi de 82,45 mg EAG/100 g. Este resultado é próximo ao encontrado nas amostras de tansagem nos tempos de 25 minutos e temperaturas de 75 °C (86,17 mg EAG/ 100 mL) e 90 °C (85,56 mg EAG/ 100 mL) neste estudo. O teor de ácido gálico obtido no estudo de Moraes e Nascimento (18), que utilizou 100 mL de água fervente e 5 gramas de *Melissa officinalis* em um tempo de 10 minutos, foi de 22,07 mg EAG/ 100 mL.

Efeito da temperatura e tempo no teor de compostos fenólicos do extrato aquoso de tansagem

A partir da determinação do teor de compostos fenólicos totais no extrato aquoso de tansagem, analisou-se o efeito do tempo e temperatura na função resposta investigada. De acordo com a análise de regressão e variância (ANOVA) para o teor de compostos fenólicos (Tabela 2), observou-se que o termo linear foi significativo para a variável x_1 (temperatura) e x_2 (tempo).

Tabela 2 – Análise de Variância do modelo gerado a partir do planejamento fatorial

Fator	Grau de liberdade	SS	MS	F	p
x_1	2	505,063*	252,5316*	20,59453*	0,003855*
x_2	2	457,157*	228,5787*	18,64112*	0,004809*
Erro	1	61,310	12,2621	-	-

*Significativo ($p < 0,05$)

Os termos quadráticos e a interação (x_1, x_2) não foram significativos e foram mantidos na equação devido a contribuição no ajuste do modelo, que é descrito como: $Y_{\text{estimado}}(\text{teor de compostos fenólicos}) = 71,9 + 8,96.x_1 + 1,49.x_1^2 + 8,69.x_2 + 0,62.x_2^2 - 1,21.x_1.x_2$. A função resposta (teor de compostos fenólicos) apresentou coeficiente de determinação (R^2) de 0,94, indicando que o modelo se ajustou adequadamente aos dados experimentais.

Na superfície de resposta (Figura 1) observa-se que, com o aumento da temperatura (X_1) e do tempo (X_2), o extrato aquoso de tansagem apresentou maior teor de compostos fenólicos. Segundo Oliveira (12), o tempo é um parâmetro que pode afetar a estabilidade, uma vez que, se for utilizado um tempo muito longo e uma temperatura muito alta pode ocorrer a oxidação dos compostos fenólicos, por outro lado, curtos períodos podem não ser suficientes para a completa transferência dos solutos para o solvente. Entretanto, observa-se que no tempo máximo de extração (25 min) não houve decréscimo no teor de compostos fenólicos, indicando que nas condições avaliadas possivelmente não ocorreu degradação dos compostos avaliados.

Com o aumento da temperatura, era esperado aumento na extração de compostos fenólicos, fato que foi confirmado neste estudo. As elevadas temperaturas favorecem a extração dos compostos, pois facilitam a permeabilidade das paredes celulares, aumentam

a solubilidade e a difusão dos componentes que serão extraídos. Embora temperaturas muito elevadas possam causar a degradação dos compostos fenólicos, devido a oxidação, observa-se que possivelmente não ocorreu degradação dos compostos fenólicos das condições de temperatura avaliadas neste estudo (máximo de 90 °C).

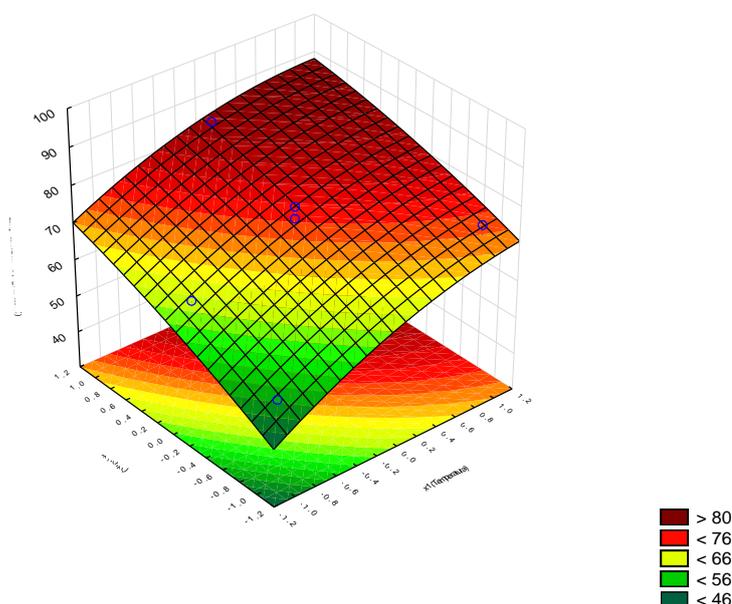


Figura 1 - Superfície resposta para o teor de compostos fenólicos no extrato aquoso de tansagem

Com base no tratamento estatístico proposto por Derringer e Suich (19) e no perfil de desejabilidade (Figura 2) as melhores condições globais de infusão neste estudo foram de 90 °C e 25 minutos. Analisando isoladamente os resultados obtidos e associando as condições práticas para obtenção da infusão com maior teor de compostos fenólicos não se descarta as condições de 75 °C e 25 minutos, visto que os consumidores poderiam ter uma concentração de 86,17 mg EAG/100 ml utilizando uma temperatura menor.

Fonseca (20) observou que quanto maior a quantidade de amostra de hibisco presente na infusão e quanto maior a temperatura e tempo de extração, maiores são os valores de atividade antioxidante, sendo utilizados tempo máximo de 10 minutos de infusão e temperatura máxima de 60 °C. Esses resultados são semelhantes ao encontrado no presente trabalho em relação ao maior poder de extração dos compostos fenólicos e ao tempo e temperaturas mais elevadas de acordo com cada tratamento aplicado.

De acordo com Neves et al. (21), o maior valor de compostos fenólicos extraídos nas folhas da *Sálvia officinalis* L. foi na temperatura de 85 °C por 30 minutos, sendo o maior tratamento. Foi testado também os tratamentos de 10 e 20 minutos e temperaturas de 65 e 75 °C. Deste modo o resultado encontrado, foi similar com o do presente trabalho em relação ao tempo e temperatura, em que o maior tempo e a maior temperatura foram os que mais extraíram compostos fenólicos da amostra de tansagem. A solubilidade dos compostos fenólicos vai depender do tipo de solvente que será utilizado, da polaridade do solvente, grau de polimerização dos fenólicos, assim com a interação dos fenólicos com outros constituintes alimentares e formação de complexos insolúveis (22).

Santos e Tonin (23) realizaram um estudo sobre a influência da temperatura de secagem e solvente extrator na capacidade antioxidante nas folhas de tansagem. A

extração foi realizada com solventes em solução hidroalcoólica: etanol 95%; etanol 70%, metanol 95%, metanol 70%. Os autores concluíram que os flavonoides presentes nesses vegetais são termossensíveis, ou seja, podem degradar quando submetidos a altas temperaturas por um longo tempo, ao contrário dos resultados encontrados no presente trabalho, que mostraram que quanto maior a temperatura de extração e o tempo, maior será a quantidade de compostos fenólicos extraídos das folhas de tansagem.

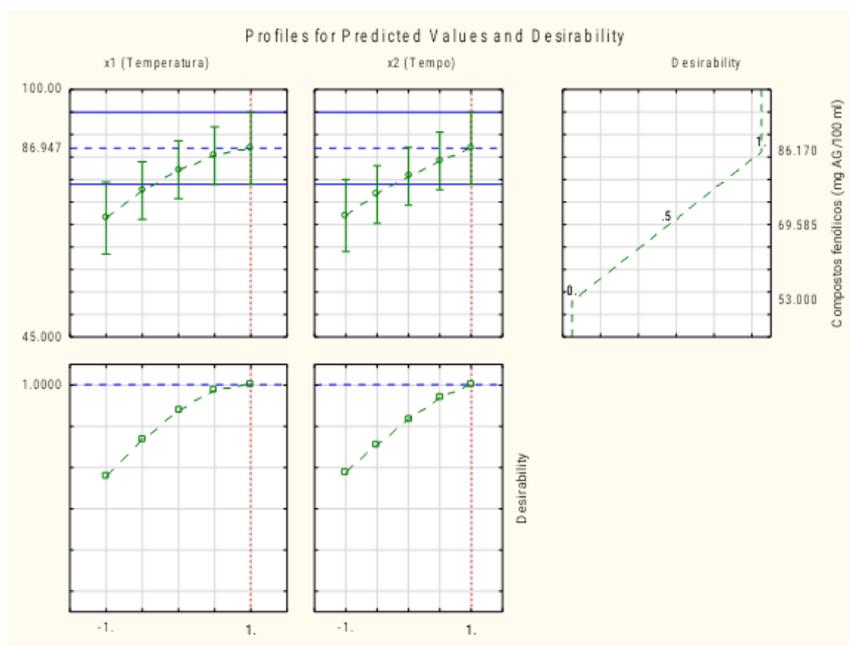


Figura 2 – Perfil de desejabilidade

CONCLUSÃO

Os dados obtidos neste estudo revelaram que o tempo e a temperatura de infusão podem afetar o teor de compostos fenólicos do extrato aquoso de folhas de tansagem. Logo, para maior extração de compostos fenólicos, que estão relacionados às propriedades terapêuticas da tansagem, recomenda-se empregar a condição de infusão a 90 °C por 25 min.

REFERÊNCIAS

1. Lorenzi HF, Matos FJA. Plantas Medicinais do Brasil, nativas e exóticas. 1 ed. Instituto Plantarum;2002.
2. Santos KB. Teores de compostos bioativos e capacidade antioxidante das folhas da tansagem (*Plantago major*) [trabalho de conclusão de curso]. Apucarana: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2017.
3. Moreno AH, Possebon L, Santana M; Souza HR, Polin MMI; Girol AP. Avaliação da atividade antimicrobiana e citotoxicidade hemolítica em diferentes extratos vegetais. Arq. Ciênc. Saúde, 2018;25, 11-12.

4. Mazzutti S. Extração de Compostos com Importância Biológica Provenientes de Plantago Major e Plantago Lanceolata Através de Técnicas Ambientalmente Seguras (tese). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2016.
5. Blanco B, Saborío A, Garro G. Descripción anatómica, propiedades medicinales y uso potencial de Plantago major (llantén mayor). *Tecnol Marcha*. 2008;21:17–24.
6. Genovez ESS. Avaliação da Qualidade Físico-Química e Microbiológica de Tinturas de Tansagem (Plantago major L.) [trabalho de conclusão de curso]. Paraíba: Universidade Federal de Campina Grande; 2019.
7. Vieira PDS. Bioprospecção de Metabólitos Secundários de Fungos Endofíticos associados à Planta Medicinal Plantago major L. de Interesse ao Sistema Único de Saúde (SUS) [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2014.
8. Bhattacharya U, Mukhopadhyay S, Giri AK. Comparative antimutagenic and anticancer activity of three fractions of black tea polyphenols thearubigins. *Nutr Cancer*. 2011; 63: 1122–1132.
9. Silveira TFF, Meinhart AD, Ballus CA, Gody HT. The effect of the duration of infusion, temperature, and water volume on the rutin content in the preparation of mate tea beverages: An optimization study. *Food Res Int*. 2014; 60:241-245.
10. Brasil. RENISUS, Relação Nacional de Plantas Mediciniais de Interesse ao SUS [Internet]. 2009 [acesso em 2020 Nov 15. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/2017/monografias-sobre-plantas-mediciniais-de-interesse-ao-sus>.
11. Fakeye TO, Pal A, Bawankule DU, Khanuja SPS. Immunomodulatory effect of extracts of *Hibiscus sabdariffa* L. (Family *Malvaceae*) in a mouse model. *Phytother Res*. 2008; 22: 664-668.
12. Oliveira DS. Nova Metodologia Para Extração De Compostos Fenólicos De Vinho Tinto E Avaliação Da Estabilidade Dos Extratos Obtidos [tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2014.
13. Brasil. RDC nº 225, de 11 de abril de 2018. Dispõe sobre a aprovação do 1º Suplemento do Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira. *Diário Oficial da União*. 12 abr 2018; Seção 1.
14. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of FolinCiocalteu reagent. *Meth Enzymol*. 1999; 299:152-178.
15. Ministério da Saúde. Monografia da espécie Plantago major L. (Tanchagem) [Internet]. 2014 [acesso em 2020 Nov 15. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br>.

16. Palavicini SMS. Perfil Fitoquímico, Atividades Antioxidante e Antimicrobiana e Toxicidade de Extratos de Sementes de Tansagem (*Plantago major* e *Plantago tomentosa*) [dissertação]. Erechim: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões; 2019.
17. Veber J, Petrini LA, Andrade LB, Siviero J. Determinação dos Compostos Fenólicos e da Capacidade antioxidante de Extratos Aquosos e Etanólicos de Jambolão (*Syzygium cumini*L.). Rev. Bras. Pl. Med. 2015; 17:267-273.
18. Moraes YOD, Nascimento GNL. Comparação Entre Modos de Administração de Fitoterápicos a Base de *Melissa officinalis* - Uma discussão farmacocinética. Rev Desafios. 2016; 3.
19. Derringer G, Suich R. Simultaneous Optimization of Several Response Variables. J Qual Technol. 1980; 12:214-219.
20. Fonseca KT. Cerveja Artesanal Adicionada De Hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.): Determinação da atividade antioxidante e compostos fenólicos [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2020.
21. Neves IL, Migliorini AA, Rosso ND. Extração e quantificação dos compostos fenólicos da *Salvia officinalis* L. e avaliação da atividade antioxidante. XXVII Encontro Nacional de Iniciação Científica. Ponta Grossa; 2018.
22. Naczki M, Shahidi F. Extraction and analysis of phenolics in food. J Chromatogr A. 2004;1054:95-111.
23. Santos KB, Tonin LTD. Estudo da influência da temperatura de secagem e solvente extrator na capacidade antioxidante de folhas *Plantago major*. Rev Fitos. 2019; 13: 200-211.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-116>

Capítulo 116

TRATAMENTOS ALTERNATIVOS AOS SULFITOS NA VINIFICAÇÃO DE UVA BRANCA E INFLUÊNCIA NAS REAÇÕES DE OXIDAÇÃO E COMPOSIÇÃO DO VINHO: REVISÃO

Luana de Souza Futigami¹; Thalita Isabel Assumpção²; Jeferson Kolling²; Maiara Arbigaus Bredun³; Vivian Maria Burin⁴

¹Graduada em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCA – UFSC; E-mail: futigamiluana1@gmail.com, ²Mestrando (a) em Ciências dos alimentos- PPGCAL- CCA – UFSC; ³Doutoranda em Ciências dos alimentos- PPGCAL-CCA – UFSC; ⁴Docente/pesquisador do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCA – UFSC. E-mail: vivian.burin@ufsc.br.

RESUMO

Durante as diferentes etapas do processo de elaboração de vinhos brancos, os principais problemas que podem ocorrer são as reações de oxidação e escurecimento. O metabissulfito de potássio é o principal produto enológico utilizado em todo o mundo, pois apresenta excelente eficácia não só nas reações oxidativas, como também no controle de microrganismos. No entanto, estudos demonstram que, em altas concentrações, os sulfitos podem apresentar efeito negativo no aroma dos vinhos, assim como acarretar riscos à saúde. Por outro lado, pesquisas relatam a possibilidade de diminuir significativamente seu uso quando associado a diferentes agentes enológicos, como por exemplo, ácido ascórbico e glutatona. Diante disto, o objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre os efeitos de diferentes agentes enológicos e tratamentos alternativos no processo de vinificação de uvas brancas, visando diminuir ou substituir o uso de sulfitos e avaliar seus impactos no vinho, frente à inibição das reações de oxidação. A busca bibliográfica foi realizada em bases de dados nacionais e internacionais, nos idiomas inglês e português. Foram encontrados diferentes trabalhos com resultados promissores que abordaram a diminuição dos sulfitos tanto no mosto quanto no vinho, com adição de diferentes agentes enológicos e tratamentos alternativos. Os estudos também demonstraram que a composição fenólica e volátil dos vinhos não apresentaram impactos negativos com a aplicação dos diferentes tratamentos. No entanto, até o presente momento, nenhuma substância ou tratamento é capaz de substituir inteiramente o uso de sulfito na vinificação, o que evidencia a importância de novos estudos.

Palavras-chave: escurecimento; polifenóis; vinho branco

INTRODUÇÃO

A vinificação de uvas brancas requer cuidados em diversas etapas do processamento, a fim de minimizar as reações de oxidação e escurecimento. A cor é um importante parâmetro de qualidade, sendo que o escurecimento dos vinhos é um dos principais problemas dessa indústria. Durante o armazenamento, a cor se torna instável

devido a condições que provocam essas reações, diminuindo o tempo de prateleira e qualidade desses produtos.

O principal produto enológico utilizado é o sulfito (SO_2), por possuir excelente ação antioxidante e competir com o oxigênio na prevenção do escurecimento. Entretanto, estudos demonstram que em altas concentrações podem apresentar efeito negativo no aroma dos vinhos, assim como acarretar riscos à saúde (1,2).

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários, e os principais antioxidantes naturais do reino vegetal, dividem-se em flavonoides, ácidos fenólicos e estilbenos, sendo os principais substratos das reações oxidativas no mosto e vinho. Essas reações podem ser enzimáticas, ocorrendo principalmente com a liberação da polifenoloxidase na prensagem do mosto, e químicas, que ocorrem preferencialmente no vinho e durante armazenamento em garrafa (3,4). Embora a eliminação total dos sulfitos não seja viável, estudos demonstram a possibilidade de reduzir significativamente seu uso (4,5).

Diante disto, o objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre os efeitos de diferentes agentes enológicos e tratamentos alternativos no processo de vinificação de uvas brancas, visando diminuir ou substituir o uso de sulfitos e avaliar seus impactos no vinho, frente à inibição das reações de oxidação.

METODOLOGIA

As bases de dados ScienceDirect, SciELO, Periódicos Capes e Google Acadêmico, foram utilizadas na busca bibliográfica, nos idiomas português e inglês. Além das bases de dados, as bibliografias dos artigos selecionados, também foram revisadas para a obtenção de citações adicionais. As palavras-chave utilizadas foram: vinificação de uvas brancas, oxidação de uvas brancas, escurecimento enzimático, escurecimento não enzimático, polifenoloxidase, agentes antioxidantes, agentes enológicos, sulfitos, glutathione e ácido ascórbico, *white grape winemaking*, *white grape oxidation*, *enzymatic browning*, *non-enzymatic browning*, *polyphenol oxidase*, *antioxidant agents*, *oenological agents*, *sulphites*, *glutathione*, *ascorbic acid*.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

COMPOSTOS FENÓLICOS DA UVA E DO VINHO

Os compostos fenólicos são constituintes fundamentais dos vegetais, de natureza química diversificada e grande importância na enologia, por apresentarem participação na qualidade de uvas e vinhos. São os principais antioxidantes naturais encontrados no reino vegetal, sendo as uvas uma das maiores fontes desses compostos quando comparadas a outras frutas e vegetais (6). Quimicamente, apresentam um núcleo benzênico, com um ou vários grupos hidroxilas, originando desde moléculas simples a outras com alto grau de polimerização. A reatividade dessas moléculas é devido a presença do grupo funcional fenol e do anel benzênico que pode sofrer substituições eletrofílicas. Os compostos fenólicos presentes nos vinhos, são provenientes tanto das uvas, como também por aqueles formados ao longo do processo de vinificação e envelhecimento do vinho (7,8).

Os compostos fenólicos, também conhecidos por polifenóis, presentes na uva e vinho podem ser divididos em grupos: flavonoides (sendo catequina, epicatequina, antocianinas, quercetina, campferol e miricetina, os mais encontrados), ácidos fenólicos

(subdivididos em ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos) e estilbenos (sendo o *trans*-resveratrol o composto mais estudado dessa classe) (6).

Cabe ressaltar que os compostos fenólicos são o principal substrato das reações de oxidação (químicas e enzimáticas) que ocorrem em produtos derivados da uva, como os vinhos brancos. Sendo assim, o escurecimento do mosto e vinho ao longo do armazenamento em garrafas, está diretamente relacionado com o tipo e concentração de polifenóis presentes (8).

PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE VINHO BRANCO E REAÇÕES OXIDATIVAS

O processo de vinificação consiste na transformação da uva madura em vinho, que abrange um conjunto complexo de etapas. De forma resumida, este processo se inicia com a colheita da uva, desengace, maceração, prensagem, processo de fermentação alcoólica, fermentação malolática (opcional), maturação, clarificação, trasfega, acabamento e finaliza com o engarrafamento do vinho. De maneira geral, é a ausência de contato com a casca durante a fermentação alcoólica que difere o processo de vinificação de vinhos brancos e vinhos tintos (6).

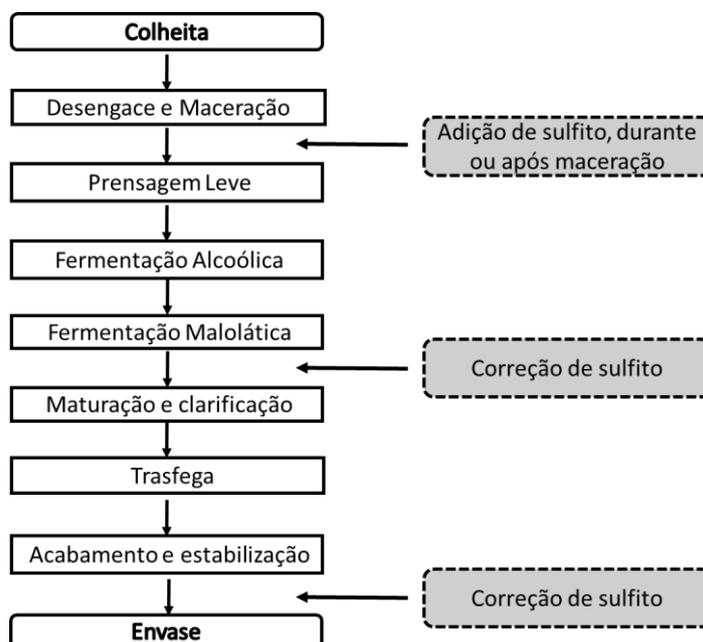
Na elaboração de vinhos brancos, a cor é um importante parâmetro de qualidade, sendo que o escurecimento dos vinhos é um dos principais problemas dessa indústria. As reações de oxidação podem ocorrer em diferentes etapas, podendo iniciar na colheita, passando pela obtenção do mosto e se estender até o armazenamento do vinho em garrafa (9). Durante a prensagem da uva para a obtenção do mosto, é necessário um controle cuidadoso, pois ao romper a membrana que envolve a baga da uva, a enzima polifenoloxidase (PPO) é liberada, tornando-se ativa e com capacidade de catalisar as reações de oxidação em presença de oxigênio (7,10). A concentração de PPO ativa e dos compostos fenólicos presentes no meio, pH, temperatura e disponibilidade de oxigênio dos tecidos, estão entre os fatores mais importantes que determinam a velocidade da reação de escurecimento enzimático (11).

Além do escurecimento enzimático, o mosto ainda é suscetível a reações de oxidação não enzimáticas. Nos vinhos, a oxidação devido as reações químicas, é predominante, podendo acarretar no escurecimento do vinho ao longo do armazenamento em garrafa (12,13). A oxidação proveniente das reações químicas pode ocorrer através de três mecanismos distintos, porém todos apresentam os compostos fenólicos como substrato.

O principal mecanismo é catalisado por metais como ferro e cobre, que promove a oxidação dos compostos fenólicos a quinonas, seguido de polimerização, aumentando a cor na região do amarelo pardo (13,14). O segundo mecanismo consiste na oxidação do ácido tartárico à ácido glioxílico, que leva a condensação dos compostos fenólicos agindo como uma ponte entre as substâncias fenólicas. O terceiro mecanismo envolve a oxidação direta dos fenóis com o acetaldeído produzido pelas leveduras em bebidas fermentadas como os vinhos (12,13).

Durante a vinificação de vinhos brancos, a forma mais utilizada e efetiva para prevenir a oxidação do mosto e vinho é a adição de dióxido de enxofre em diferentes etapas do processo (1,15). A Figura 1 demonstra um fluxograma básico do processo de vinificação de uvas brancas, e etapas de adição de agentes enológicos para prevenir as reações de oxidação.

Figura 1- Fluxograma básico do processo de vinificação de uvas brancas, e etapas de adição de agentes enológicos.



Fonte: Adaptado de Jackson (6) e Bem e Monteiro (16)

POTENCIAIS AGENTES ENOLÓGICOS UTILIZADOS NO PROCESSO DE VINIFICAÇÃO PARA PREVENÇÃO DA OXIDAÇÃO

O dióxido de enxofre também denominado de sulfito (SO_2) tem sido muito utilizado na elaboração de vinhos brancos em todo o mundo, por ser um eficiente agente de proteção contra a oxidação e escurecimento, assim como, no controle de microrganismos indesejados (9). Por outro lado, estudos demonstram que seu uso tem sido associado a problemas relacionados à saúde como reações alérgicas graves, dermatite, urticária, angioedema, diarreia, dor abdominal, bronco constrição e anafilaxia, em consumidores sensíveis a esta substância (2,12). Além disso, do ponto de vista enológico, o uso excessivo de SO_2 , pode causar alterações organolépticas no produto final, neutralizar o aroma e até mesmo produzir defeitos aromáticos característicos (9). Desta forma, embora seu uso seja permitido em legislação nacional e internacional, outros agentes antioxidantes estão sendo alvo de diversos estudos, frente a inibição de reações oxidativas e sua influência na composição e na cor do vinho branco durante o armazenamento. Dentre esses agentes, podemos citar o ácido ascórbico e glutatona (2,17), os quais também têm o uso permitido pela Organização Internacional da vinha e do vinho (OIV)(18).

Diante das problemáticas que podem ser ocasionadas pelo uso de sulfitos em vinhos, estudos com diferentes tratamentos vêm sendo realizados na tentativa de diminuir e/ou substituir seu uso (1,2,15,19). O Quadro 1, demonstra um resumo dos estudos encontrados na literatura, sobre os efeitos de diferentes tratamentos no mosto e no vinho, com intuito de diminuir e/ou substituir o uso de sulfitos na vinificação e seus impactos no vinho durante armazenamento em garrafa.

Quadro 1- Estudos encontrados na literatura, sobre os efeitos de diferentes tratamentos no mosto e no vinho, com intuito de diminuir e/ou substituir o uso de sulfitos na vinificação e seus impactos no vinho durante armazenamento em garrafa.

Uva	Tratamento	Referência
Victoria (<i>Vitis vinifera</i> ssp. <i>Sativa</i>)	- Ácido L- ascórbico, ácido benzóico, ácido cítrico, EDTA, glutaciona, L- cisteína, cloreto de sódio e metabissulfito de sódio em diferentes concentrações.	Rapeanu <i>et al.</i> (2006)
Vinho sintético	- Glutaciona - Glutaciona e ácido ascórbico	Sonni <i>et al.</i> (2011)
Xarel-lo e Parellada (<i>Vitis vinifera</i>)	-Irradiação UV-Vis -Sulfito -Sem tratamento (Em mosto fresco, congelado/descongelado e em seus respectivos vinhos)	Falguera; Fornis e Ibarz (2013)
Chardonnay (60%) e Pinot Noir (40%) (<i>Vitis vinifera</i>)	- Glutaciona (10 e 20 mg/L-1) ao mosto e ao vinho base	Webber <i>et al.</i> (2014)
Vinho sintético, blend (<i>Vitis vinifera</i>)	-Diferentes agentes enológicos (ácido ascórbico, glutaciona, borras de levedura e um autolisado de levedura) em comparação com sulfito	Comuzzo <i>et al.</i> (2015)
Muscat Ottonel (<i>Vitis vinifera</i>)	- Glutaciona e ácido ascórbico (isolados e em combinação)	Antoce, Badea e Cojocar (2016)
Sauvignon Blanc (<i>Vitis vinifera</i>)	- Glutaciona (20mg.L-1) - Glutaciona (50mg.L-1) - Sulfito	Antunes (2017)
Niágara Branca (<i>Vitis labrusca</i>)	- Metabissulfito de potássio, ácido ascórbico, glutaciona (diferentes concentrações, isoladamente e/ou combinados) - Sem adição de agente antioxidante	Assumpção (2019)
Airén (<i>Vitis vinifera</i>)	- Extratos naturais de sementes de uva e subprodutos do caule em combinação com prata coloidal - SO ₂	Marchante <i>et al.</i> (2019)
Muscat de Alexandria (<i>Vitis vinifera</i>)	Esterilização por homogeneização de ultra alta pressão (UHPH) sem utilização de sulfito, comparado ao controle, sem tratamento de UHPH.	Bañuelos <i>et al.</i> (2020)

Fonte: Elaborada pelos autores

Um estudo realizado por Webber *et al.* (20), demonstrou efeito sinérgico positivo entre glutaciona e metabissulfito de potássio na vinificação de uvas brancas, onde a glutaciona foi capaz de auxiliar o SO₂ em seu papel antioxidante. Os resultados vão de encontro com os observados por outros pesquisadores (21). Antunes (22) estudou a adição de glutaciona ao vinho branco no momento de envase e demonstrou que não houve

diferenças significativas em relação aos vinhos adicionados de SO₂, na mesma etapa. Os vinhos foram analisados quanto ao teor de compostos fenólicos, índice, intensidade e tonalidade de cor, no momento do envase e três meses após o engarrafamento.

Outros pesquisadores demonstraram efeito sinérgico positivo entre glutatona e ácido ascórbico na estabilidade da cor dos vinhos ao longo do envelhecimento em garrafa, quando comparados aos agentes adicionados na forma isolada (2,3).

Pesquisa conduzida por Assumpção (4), demonstrou que a combinação de metabissulfito de potássio, ácido ascórbico e glutatona, apresenta forte redução na ação da polifenoloxidase e no índice de escurecimento do mosto, além de maior teor de polifenóis totais e capacidade antioxidante. Foi possível observar que a redução da concentração de agentes sulfitantes no mosto é possível quando este for associado com outros agentes antioxidantes. Resultados semelhantes que demonstram a possível diminuição de sulfitos em vinhos brancos, foram encontrados por Rapeanu *et al.* (5).

Comuzzo *et al.* (15), avaliaram além da glutatona e ácido ascórbico, o uso de borras de levedura e um autolisado de levedura em vinho branco e vinho sintético, e o impacto dos diferentes antioxidantes na cor, fenólicos totais e índice de escurecimento. Os resultados indicaram que a utilização de SO₂ apresentou a melhor ação frente a diminuição do escurecimento, porém o autolisado de levedura se comportou de forma semelhante ao uso de sulfito quanto a atividade antioxidante, proteção da cor e dos fenólicos ao longo de 8 meses de armazenamento em garrafa.

Marchante *et al.* (19), investigaram a aplicação de extratos aquosos naturais obtidos de subprodutos vinícolas (sementes e caules de uva) isoladamente e combinados com prata coloidal como conservantes alternativos ao SO₂ para vinhos brancos. Os resultados mostram que a capacidade antioxidante dos vinhos elaborados com extratos de sementes e caules, isoladamente ou em combinação com prata coloidal, foi semelhante ou superior à do vinho controle elaborado com SO₂.

A utilização de irradiação ultravioleta visível também foi utilizada como alternativa à diminuição de SO₂ usado na elaboração de vinho branco. Os resultados mostraram que a irradiação UV-Vis do mosto foi capaz de prevenir a deterioração do vinho na mesma intensidade da amostra com aplicação de SO₂ sem alterar outros parâmetros de qualidade do vinho. No entanto, uma adição residual de SO₂ seria necessária para inibir completamente a atividade da polifenoloxidase (23).

Outro tratamento alternativo foi conduzido por Bañuelos *et al.* (1). Os autores avaliaram o processamento de vinho branco por UHPH (do inglês, *Ultra High Pressure Homogenization*) sem adição de SO₂. Na UHPH, o mosto é bombeado a 300 MPa e despressurizado imediatamente por meio de uma válvula específica. O mosto foi separado em duas frações, uma sem tratamento mantido como controle e a outra com aplicação de UHPH. Os resultados demonstraram que a utilização do UHPH nos vinhos foi altamente eficaz na inativação de enzimas oxidativas, na redução dos processos de escurecimento e qualidade sensorial, além de apresentar maior atividade antioxidante quando comparados ao controle. Estes estudos demonstram novas possibilidades na redução da utilização de sulfitos no processo de vinificação, o que é um desafio na enologia atual (19).

CONCLUSÕES

A literatura apresenta resultados promissores de diferentes tratamentos no mosto e vinho branco, visando a diminuição dos sulfitos frente a oxidação química e enzimática e seus impactos no vinho. Porém, é importante ressaltar que até o momento, nenhuma

substância ou tratamento é capaz de substituir inteiramente o uso de sulfitos no processo de vinificação, o que demonstra a importância de novos estudos sobre o assunto.

AGRADECIMENTOS

A CAPES - Código Financeiro 001 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

1. Bañuelos MA, Loira I, Guamis B, Escott C, Del Fresno JM, Codina-Torrella I, Quevedo JM, Quevedo JM, Gervilla R, Chavarría JMR, De Lamo S, Ferrer-Gallego R, Álvarez R, González C, Suárez-Lepe JA, Morata A. White wine processing by UHPH without SO₂. Elimination of microbial populations and effect in oxidative enzymes, colloidal stability and sensory quality. *Food Chemistry*. 2020. 332: 127417.
2. Sonni F, Clark AC, Prenzler PD, Riponi C, Scollary GR. Antioxidant Action of Glutathione and the Ascorbic Acid/Glutathione Pair in a Model White Wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011. 58: 3940-3949.
3. Antoce AO, Badea GA, Cojocaru GA. Effects of Glutathione and Ascorbic Acid Addition on the CIELab Chromatic Characteristics of Muscat Ottonel Wines. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2016. 10: 206-214.
4. Assumpção TI. Agentes antioxidantes no mosto da uva Niágara Branca: influência no teor de polifenóis e na atividade da polifenoloxidase. [Trabalho de Conclusão de Curso] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2019.
5. Rapeanu G, Van Loey A, Smout C, Hendrickx M. Biochemical characterization and process stability of polyphenoloxidase extracted from Victoria grape (*Vitis vinifera* ssp. *Sativa*). *Food Chemistry*. 2006. 94: 253-261.
6. Jackson RS. *Wine science: Principles and applications*. 3rd. ed. London: Academic Press; 2008.
7. Flanzy C. *Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos*. 1. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa; 2000.
8. Moreno-Arribas MV, Polo MC. *Wine Chemistry and Biochemistry*. New York: Springer Science; 2019.
9. Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean A, Dubourdieu D. *Handbook of Enology: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments*. 2nd ed. West Sussex: Wiley & Sons; 2006.

10. Toit WJ, Marais J, Pretorius IS, Toit M. Oxygen in must and wine: a review. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2006. 27: 76-94.
11. Martinez MV, Whitaker JR, The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends in Food Science and Technology*. 1995.6:195- 200.
12. Clark AC, Prenzler PD, Scollary GR. The role of copper (II) in the bridging reactions of (+) - catechin by glyoxylic acid in a model white wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2003. 51: 6204-6210.
13. Essafi NE, Cheynier V, Moutounet M. Effect of copper on oxidation of (+) - catechin in a model solution system. *International Journal of Food Science and Technology*. 2003. 38: 153-163.
14. Danilewicz JC. Interaction of sulfur dioxide, polyphenols, and oxygen in a wine-model system: Central role of iron and copper. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2007. 58: 53-60.
15. Comuzzo P, Battistutta F, Vendrame M, Páez MS, Luisi G, Zironi R. Antioxidant properties of different products and additives in white wine. *Food chemistry*. 2015. 168: 107-114.
16. Bem RL, Monteiro R. 2012. Fluxograma vinificação branca. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1004464>. Acesso em: 15 jun. 2021.
17. Giacosa S, Segade SR, Cagnasso E, Caudana A, Rolle L, Gerbi V. SO₂ in Wines: Rational Use and Possible Alternatives. *In: MORATA, A. Red Wine Technology*. Academic Press; 2019.
18. OIV. International organization of Vine and Wine. *International Code of enological Practices*, 2019.
19. Marchante L, Loarce L, Izquierdo-Cañas PM, Alañón ME, García-Romero E, Pérez-Coello MS, Díaz-Maroto MC. Natural extracts from grape seed and stem by-products in combination with colloidal silver as alternative preservatives to SO₂ for white wines: Effects on chemical composition and sensorial properties. *Food Research International*. 2019. 125: 108594.
20. Webber V, Dutra SV, Spinelli ARM, Carnieli GJ, Vanderlinde R. Effect of glutathione addition in sparkling wine. *Food Chemistry*. 2014. 159:391–398.
21. Fracassetti D, Lawrence N, Tredoux AGJ, Tirelli A, Nieuwoudt HH, Toit WJ. Quantification of glutathione, catechin and caffeic acid in grape juice and wine by a novel ultraperformance liquid chromatography method. *Food Chemistry*. 2011. 128: 1136-1142.

22. Antunes IDC. A influência da cepa de levedura e o uso da glutathione como antioxidante em vinhos Sauvignon blanc. 2017. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Enologia) - Universidade Federal do Pampa. Dom Pedrito. 2017.
23. Falguera V, Forns M, Ibarz A. UV-vis irradiation: An alternative to reduce SO₂ in white wines? LWT-Food Science and Technology. 2013. 51: 59-64.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-117>

Capítulo 117

CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS OBTIDAS COM RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Leonardo de Jesus Siqueira¹; Débora Arantes Alves Terra²; Marisa Wansovski³; Fernanda Raghianti⁴; Elaine Alves dos Santos⁵.

¹Estudante do Curso Técnico em Alimentos integrado ao Ensino Médio – IFTM; E-mail: leonardojesuss.10@gmail.com, ²Estudante do Curso de Pós-Graduação em Controle de Qualidade em Processos Alimentícios – IFTM - Campus Uberlândia; E-mail: deboraalvestr@hotmail.com, ³Estudante do Curso Técnico em Alimentos integrado ao Ensino Médio – IFTM - Campus Uberlândia; E-mail: marisawansovski5@gmail.com, ⁴Docente/pesquisador do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – IFTM - Campus Uberlândia. E-mail: fernanda.raghianti@iftm.edu.br, ⁵Pesquisador do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – IFTM - Campus Uberlândia elaine.alves@iftm.edu.br.

Resumo: O desperdício de alimentos é cerne de muitas discussões nos últimos anos, devido aos seus impactos ambientais e seu contraste com a fome no mundo. Parte dele é causado pela indústria alimentícia e uma importante forma de minimizá-lo e ainda tornar os alimentos mais acessíveis é pelo aproveitamento de resíduos gerados por essa. O presente trabalho teve como objetivo a caracterização de farinhas obtidas a partir de resíduos da indústria de alimentos, sendo elas a Farinha de Casca de Ovo (FCO) Branca e Vermelha e a Farinha do Albedo da casca de Maracujá (FAM). Foram feitas as análises de rendimento, aspectos colorimétricos, pH e atividade de água (A_w). Foi constatado o rendimento maior das FCO, em torno de 77,04%, tendo a FAM 2,91%. A FCO branca e FCO vermelha têm aspectos colorimétricos diferentes, mas assemelham-se nas outras características observadas; têm pH básico e A_w de $0,6286 \pm 0,004$ e $0,6055 \pm 0,0073$, respectivamente. A FAM apresentou colorimetria semelhante à comparada, sendo essa influenciada pelo tempo e temperatura de secagem; seu pH tem caráter ácido e sua A_w ficou em torno de $0,4861 \pm 0,0099$. Ambas são seguras ao consumo e apresentam características semelhantes à literatura comparada. Caracterizar materiais alimentícios oriundos do reaproveitamento e passíveis de aplicação em formulação de alimentos é de extrema importância, contribuindo para a segurança alimentar no Brasil.

Palavras-chave: farinha de albedo de maracujá; farinha de casca de ovo; sustentabilidade; resíduos agroindustriais

INTRODUÇÃO

O desperdício de alimentos tem se tornado cada vez mais grave no Brasil e no Mundo. Dados da Organização das Nações Unidas (ONU) apontam o desperdício de 14% dos alimentos produzidos para consumo global, número fortemente influenciado pelos hábitos alimentares da humanidade, sua relação com o meio ambiente e a maneira como lida com os seus resíduos (1). Em contraste, segundo dados do relatório sobre o Estado

da Insegurança Alimentar e Nutrição no Mundo de 2021 (2), mais de 2,3 bilhões de pessoas sofrem algum tipo de insegurança alimentar, sendo 116 milhões brasileiros, o que representa mais da metade da população do país (3). Esses dados são contraditórios, mas é uma realidade que urge que soluções sejam propostas e aplicadas tanto para atenuar os impactos de tamanho desperdício ao meio ambiente, quanto para minimizar a fome.

Grande quantidade do desperdício supracitado é gerado pela própria indústria de alimentos, que em parte é causado por destinar cascas, talos e outras partes dos alimentos que não são consumidas por convenção ao lixo. Entretanto, é sabido que se pode reaproveitar essas partes como uma fonte de alimentação ou ingrediente, uma vez que podem conter aspectos nutricionais, físico-químicos e tecnológicos importantes. Esse é o caso das cascas de ovos e das cascas do maracujá, que têm atraentes características tecnológicas e benefícios ao consumidor, em razão da maior variedade de nutrientes (4, 5, 6).

O Brasil é o principal produtor de maracujá (*Passiflora* spp.) no mundo, com mais de 543 mil toneladas produzidas em 2019 (7). Dele, é utilizada apenas a polpa para a produção de sucos e produtos derivados, gerando grandes quantidades de cascas que são descartadas, mesmo essa representando em torno de 60% do peso total da fruta. Essa casca é composta pelo albedo e pelo flavedo, tendo o primeiro ganhado destaque nos últimos anos pelas suas propriedades atraentes à produção de alimentos, como o seu poder geleificante, potencial emulsificante e pelos seus benefícios à saúde (5, 8).

A produção de ovos no Brasil cresce exponencialmente a cada ano. Segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal, a produção de ovos no país foi de quase 28 bilhões em 2010 para mais de 53 bilhões de unidades em 2021 (9). Esse produto é essencial para a indústria de alimentos, já que serve de ingrediente para várias formulações industriais e ainda é de comum consumo doméstico. Portanto, uma grande quantidade de cascas de ovos é gerada e desprezada, comumente destinada ao lixo (10). Em contrapartida, estudos apontaram que a casca do ovo é uma boa fonte de sais minerais, em especial o cálcio, nutriente essencial para o organismo e que é presente nas cascas em abundância. Assim, a farinha de casca de ovos se desponta como uma importante alternativa para a suplementação de cálcio na dieta das pessoas, principalmente daqueles que sofrem com a deficiência desse nutriente (11, 12).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo fazer a caracterização de farinhas obtidas a partir do albedo da casca de maracujá e de cascas de ovos vermelhos e brancos, visando obter dados sobre rendimento, aspectos de colorimetria, pH e atividade de água. O presente trabalho ainda objetiva a comparação dos resultados entre aquelas disponíveis na literatura consultada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Agroindústria e de Físico-Química do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - *campus* Uberlândia.

As cascas de ovos brancos e vermelhos de granja e os maracujás para a realização das análises foram obtidos através de doações de feirantes e comerciantes da região de Uberlândia, MG, e foram encaminhadas para os Para a obtenção da Farinha do Albedo da Casca de Maracujá (FAM), seguiu-se a metodologia descrita por Santos et. al. (13), com modificações, que consiste na limpeza das cascas em água corrente seguida da higienização em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm por 15 min. Posteriormente, foi feito o enxágue e o flavedo foi removido manualmente com a utilização de facas. Separado do flavedo, o albedo da casca do maracujá foi então mergulhado em água fervente a 100°C por 5 minutos, pesado e submetido à secagem em dessecador a 60°C por 12 horas. Após seco, o albedo foi pesado e depois triturado em processador e peneirado até a obtenção da farinha fina. Por fim, a farinha foi pesada para a análise de rendimento.

O processo de obtenção das Farinhas de Casca de Ovo Branca (FCO Branca) e Vermelha (FCO Vermelha) seguiu a metodologia descrita por Naves et. al. (11), com modificações, que consiste na lavagem dos ovos em água corrente seguida da imersão desses em solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm por 10 minutos. Posteriormente foi feita a secagem desses em dessecador a 50°C por 2-3 horas, a trituração em processador e peneiramento. Nos momentos anterior e posterior à secagem, as cascas foram pesadas, assim como quando a farinha é peneirada para a análise de rendimento.

Já as análises de cor foram determinadas por leitura direta em colorímetro digital da marca Konica Minolta, modelo CR 400, com resultados expressos de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação ($L^* a^* b^*$). A análise de atividade de água foi feita por meio de medida em hidrômetro a 25°C da marca Aqualab, modelo 4TE. Por fim, a leitura de pH foi feita em pHmetro da marca MS TECNOPON, modelo mP A-219. Todos os equipamentos utilizados foram previamente calibrados conforme exigem seus manuais de instruções.

Foram analisadas duas amostras dos três materiais descritos (FAM, FCO Branca, FCO Vermelha) quanto aos parâmetros citados, em triplicata. Todos os valores obtidos foram organizados, tabulados e calculados a média e desvio padrão no programa Microsoft Excel 2019.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos cálculos de rendimento das farinhas obtidas no presente estudo, foram obtidos os resultados expostos na Tabela 1. Observou-se que as farinhas de cascas de ovos apresentaram rendimentos expressivamente maiores que a farinha de albedo do maracujá. Por esse motivo, Dallacorte et. al. (14) estudou a viabilidade econômica da implantação de uma indústria de farinha de casca de ovo e concluiu que a atividade é promissora e viável economicamente, desde que cuidados importantes sejam tomados para se evitar perdas e garantir a qualidade do produto.

Tabela 1 – Análise de rendimento das farinhas obtidas

Farinha	Pré-secagem	Pós-secagem	Triturada	Rendimento
---------	-------------	-------------	-----------	------------

FCO Branca	500g	390g (-22%)	380g (-2,56%)	76%
FCO Vermelha	470g	375g (20,21%)	367g (-2,13%)	78,08%
FAM	1235g	41g (-96,68%)	36g (-12,19%)	2,91%

Fonte: os autores.

Os resultados das análises de cor, pH e atividade de água foram agrupados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de média e Desvio Padrão (DP) das análises de cor, atividade de água e pH das amostras de farinha obtidas.

Análise	FCO Branca	FCO Vermelha	FAM
L*	93,62±0,24	86,33±0,19	76,55±0,72
a*	-3,93±0,08	-1,02±0,10	-0,12±0,29
b*	10,95±0,15	12,86±0,15	23,26±0,24
Aw	0,6286±0,004	0,6055±0,0073	0,4861±0,0099
pH	9,42±0,12	9,61±0,06	5,38±0,16

Fonte: os autores.

Farinha de Albedo de Maracujá (FAM)

A Farinha de Albedo de Maracujá (FAM) apresentou valores de luminosidade (L^*) que variaram entre 75,01 e 77,16. Esses números foram semelhantes aos da farinha de albedo de maracujá obtida em laboratório por Silva et. al. (5), que apresentou o valor de $76,61 \pm 0,45$ para essa farinha e que passou por um processo de secagem a 65°C por 24 horas. Em contraste, a farinha obtida por Silva et. al. (15) com secagem a 60°C , mas por 15,5h, apresentou luminosidade em torno de $94,30 \pm 0,90$. Silva et. al. (16) obteve a farinha a partir da secagem a 70 e 80°C por 24 e 21 horas, respectivamente, e apresentaram luminosidade de $64,12 \pm 0,12$ e $66,38 \pm 0,24$. Esses números ressaltam a importância da relação entre tempo e a temperatura de secagem do albedo nas características da farinha.

Sobre o índice de transição da cor verde ($-a^*$) para o vermelho ($+a^*$) e de transição da cor azul ($-b^*$) para o amarelo ($+b^*$), os números da FAM ficaram entre -0,33 e 0,41 para a^* e entre 23,01 e 23,52 para b^* . Silva et. al. (15) concluiu que há aumento tanto da coloração vermelha quanto da coloração amarela conforme o aumento de temperatura de secagem. Dessa forma, Silva et. al. (16) obteve números de a^* em torno de $4,89 \pm 0,02$ e $4,31 \pm 0,15$ e números de b^* por volta de $22,55 \pm 0,21$ e $23,13 \pm 0,39$ para farinhas secas a 70°C por 24 horas e 80°C por 21 horas, respectivamente. Esses resultados corroboram com a conclusão de Silva et. al. (15) e justificam a proporcionalidade desses índices para a farinha de albedo de maracujá avaliada no presente trabalho.

O índice de atividade de água foi determinado entre valores de 0,4742 e 0,5049. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Silva et. al. (15) para a farinha seca a 50°C , determinando o valor de $0,535 \pm 0,00$, mas divergem do valor encontrado pelo mesmo trabalho para a farinha seca a 60°C , que foi de $0,362 \pm 0,02$. Silva et. al. (16) também encontrou em suas amostras secas a 70°C o valor de $0,213 \pm 0,01$, abaixo do encontrado no presente trabalho. Ainda assim, é válido ressaltar que a relação entre tempo e temperatura de secagem interfere diretamente nesse resultado e que, mesmo com valores próximos a 0,48, a farinha é segura para o consumo e não age como fator determinante para o crescimento bacteriano.

Já o pH variou de 5,2 a 5,6, que pode ser considerado ácido. Tais números divergem dos encontrados por Santos et. al. (13), que caracterizou a farinha de albedo de maracujá e determinou valor de pH de $4,12 \pm 0,02$. A FAM tem destaque pelo seu potencial tecnológico na fabricação de alimentos e também devido ao fato de seu consumo ser associado a benefícios à saúde. Apesar de perder boa parte do poder geleificante da casca de maracujá (16), a FAM ainda apresenta em sua composição entre 6,98 e 13,54% de pectina (quando a farinha é seca a temperaturas próximas a 60°C) e é atraente à indústria pela sua boa solubilidade, capacidade de inchamento seu potencial emulsificante (17, 13). Há trabalhos que discutem também os benefícios do uso da farinha de albedo de maracujá no âmbito medicinal. O consumo da farinha de albedo da casca de maracujá tem potencial antioxidante e pode atuar na prevenção de doenças cardiovasculares, além de reduzir os níveis de glicose no sangue, no bom funcionamento do sistema digestivo e também pode atuar na redução do colesterol LDL e aumento do HDL (8, 17). Portanto, pode ter aplicações em diferentes setores da indústria alimentícia, desde a produção de embutidos a alimentos funcionais.

Farinhas de Cascas de Ovo (FCO)

A Farinha de Casca de Ovo Branca (FCO Branca) apresentou luminosidade (L^*) que variou entre 93,16 e 93,71, já a FCO Vermelha apresentou valores entre 85,61 e 87,13. Para os índices a^* e b^* , encontrou-se valores entre -4,13 e -3,84 para o primeiro e entre 10,88 e 11,18 para o segundo parâmetro, no caso da FCO Branca. Para a FCO Vermelha, esses ocorreram entre -1,23 e -0,84 e entre 12,62 e 13,06, respectivamente. Não foram encontrados na literatura consultada valores claros sobre padrões colorimétricos para a farinha de casca de ovo, tanto para os ovos brancos, quanto para os vermelhos, demonstrando que a caracterização desse material é importante e serve para embasamento de outros estudos.

Sobre a atividade de água (A_w), obteve-se números que variaram entre 0,6221 e 0,6394 para a FCO Branca e entre 0,5891 e 0,6162 para a FCO Vermelha. Assim, a FCO Vermelha apresenta menor A_w que a FCO Branca, apesar disso, ambos os valores podem ser considerados baixos, não favorecendo significativamente o crescimento bacteriano e prolongando o tempo de prateleira (18; 19). Esses valores são semelhantes aos obtidos por Hansen e Lacerda (19), que objetivou o desenvolvimento e análise de farinha de casca de ovo branco e que, para a atividade de água, o valor foi de $0,6334 \pm 0,08$.

A respeito do pH, os valores foram entre 9,08 e 9,64 para a FCO branca e entre 9,5 e 9,68 para a FCO vermelha. Dessa forma, ambas as farinhas não apresentaram diferenças significativas referentes ao pH, apresentando-se como farinhas de caráter básico. Mais pesquisas devem ser realizadas para a caracterização de índices de pH das farinhas de casca de ovos, em geral, uma vez que não foram encontrados na literatura consultada valores claros para tal característica.

Em se tratando da produção da farinha a partir das cascas de ovo, uma das grandes preocupações acerca desse produto é a sua segurança microbiológica, uma vez que ovos são de origem animal e podem ser acometidos ou expostos a microrganismos causadores de Doenças Transmissíveis por Alimentos (DTA), como é o caso da *Salmonella* spp.. Tendo tal problemática em vista, Milbradt et al. (12) - que pesquisou a composição mineral e a perfil microbiológico da casca de ovo - concluiu que a farinha de casca de ovo é segura microbiologicamente, já que apresentou baixas contagens de microrganismos patogênicos. Naves et al. (11) também chegou a conclusões semelhantes. Além disso, todos os ovos destinados à industrialização devem ser submetidos à lavagem e secagem, conforme consta da Instrução Normativa de nº 5, de 14 de fevereiro de 2017 (20), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Em adjunto, é sabido que as cascas de ovos são ricas em cálcio, mineral de extrema importância para a alimentação humana, já que atua na boa saúde dos ossos. Sendo assim, a farinha de casca de ovos é também uma fonte rica em cálcio, podendo ser utilizada na fortificação de alimentos para consumo humano, conforme concluído por Milbradt et al. (12). Pela sua viabilidade econômica, acessível aquisição e fácil aplicação em formulações já conhecidas (19, 14), mais estudos devem ser realizados tanto para a melhor aplicação da FCO na alimentação humana, quanto para encontrar formas de estimular a sua produção industrial. Em consequência, melhora-se a qualidade da alimentação e reduz-se a quantidade de resíduos destinados ao meio ambiente.

CONCLUSÕES

Em decorrência da discussão levantada, pode-se concluir que as características analisadas da FAM são semelhantes ao encontrado na bibliografia, a temperatura e tempo de secagem do albedo influenciam nos aspectos sensoriais da FAM. Sua Aw foi divergente quando comparada com a literatura e essa tem pH de caráter ácido. Além disso, as FCO vermelha e branca não apresentaram diferença significativa nos parâmetros de pH e atividade de água, que por sua vez se assemelha ao comparado com a literatura, mas apresentaram diferenças nos índices colorimétricos. Ambas as farinhas são seguras para o consumo devido a sua Aw. Caracterizar materiais alimentícios oriundos do reaproveitamento e passíveis de aplicação em formulação de alimentos é de extrema importância, contribuindo para a segurança alimentar no Brasil, pela possibilidade de emprego desses resíduos no desenvolvimento de novos produtos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFTM pelo fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. United Nations Environment Programme (2021). Food Waste Index Report 2021. Nairobi.
2. FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2021: Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Roma: FAO; 2021. (FAO technical report series).
3. Olhe para a fome: O desafio é de todos e todas nós [Internet]. Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar; 2021 [acesso em 2021 Nov 11]. Disponível em: <http://olheparaafome.com.br/>.
4. Lima AN, Câmara GB, Oliveira TB, Alencar WD, Vasconcelos SH, Soares TC et al. Caracterização Físico - Química e Microbiológica de Biscoitos Confeccionados com Farinha de Resíduos de Frutas. Research, Society and Development [Internet]. 2019 [Acesso em 2021 Nov 11];8. DOI <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i11.1452>. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560662202019>.
5. Silva PC, Almeida ME, Lima ME, Braga RC, Silva AM, Sá DT. Caracterização físico-química de farinhas não tradicionais e sua aplicação em barras de cereais. Research, Society and Development. 2021;10.

6. Silva AF, Sousa AM, Macedo AB, Dantas DL, Costa JD, Almeida AF. Obtenção de produto farináceo a partir de resíduos agroindustriais por diferentes métodos de secagem. *Research, Society and Development*. 2020;9.
7. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, compilador. Produção brasileira de maracujá em 2019 [bibliografia]. [EMBRAPA]; 2021.
8. Moura KP, Almeida AF, Oliveira AC, Queiroz VF, Miranda KE, Mendes LG et al. Farinha do albedo do maracujá (*Passiflora edulis* Sims) para o enriquecimento de produtos cárneos: Uma revisão. *Research, Society and Development*. 2021;10.
9. Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2021. São Paulo; 2021.
10. Vilar JS, Sabaa-srur AO, Marques RG. Composição química da casca de ovo de galinha em pó. *Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*. 2010 dez;28:247-254.
11. Naves MV, Prado CM, Fernandes DC, Serafini AB. Avaliação microbiológica do pó da casca de ovo e otimização da técnica de elaboração do produto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2007 jun;37:113-118.
12. Milbradt BG, Müller AH, Silva JS, Lunardi JR, Milani LG, Flores EM et al. Casca de ovo como fonte de cálcio para humanos: composição mineral e análise microbiológica. *Ciência Rural*. 2015 mar;45:560-566.
13. Santos EA, Ribeiro AC, Barcellos TT, Monteiro ML, Mársico ET, Caliaro M et al. Exploitation of byproducts from the passion fruit juice and tilapia filleting industries to obtain a functional meat product. *Food Bioscience*. 2021;41.
14. Dallacorte C, Behling SM, Quadros CS. Implantação de uma indústria de farinha de casca de ovo: um estudo da viabilidade econômica. *Revista Tecnológica*. 2017;6:83-103.
15. Silva EO, Silva WP, Silva ET, Lopes JD, Gusmão RP. Obtenção e caracterização da farinha do albedo de maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) para uso alimentício. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 2016;11:69-74.
16. Silva EO, Silva WP, Gomes JP, Silva CS, Souto LM, Costa ZT. Physico-chemical characteristics of passion fruit flour under removal of flavedo and of maceration. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2019;23:869-875.
17. Lima DS, Duarte NA, Barreto DC, Oliveira GP, Takahashi JA, Fabrini SP et al. Passion fruit and apple: from residues to antioxidant, antimicrobial and anti-Alzheimer's potential. *Ciência Rural*. 2018;48.
18. Ribeiro EP, Seravalli EG. *Química de alimentos*. São Paulo: Blucher; 2007.

19. Hansen LG, Lacerda LD. Desenvolvimento de Farinha de Casca de Ovo. 7º Simpósio de Segurança Alimentar: Inovação com sustentabilidade. 2020.
20. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Portaria nº 5, de 14 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre requisitos para avaliação de equivalência ao Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária relativos à estrutura física, dependências e equipamentos de estabelecimento agroindustrial de pequeno porte de produtos de origem animal. Diário Oficial União. 15 fev 2017;Seção 1.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-118>

Capítulo 118

VITAMINA K: HISTÓRICO E NOVAS PERSPECTIVAS

Lucile Tiemi Abe-Matsumoto

¹Pesquisador Científico do Núcleo de Química, Física e Sensorial - CALI – IAL;
E-mail: lucile.matsumoto@ial.sp.gov.br

Resumo: A vitamina K é uma das quatro vitaminas lipossolúveis essenciais ao organismo. Sua principal função e a mais conhecida é atuar no processo de coagulação sanguínea. Estudos mais recentes, porém, têm demonstrado a relação entre os níveis inadequados de vitamina K no organismo com o desenvolvimento de diversas outras patologias como a aterosclerose, câncer, diabetes e doenças neurodegenerativas como Parkinson e Alzheimer. As fontes de vitamina K mais popularmente conhecidas são os vegetais de folhas verdes, porém, essas apresentam somente a vitamina K₁. Atualmente, destaca-se o natto, um alimento típico japonês à base de soja fermentada, como a principal fonte de vitamina K₂, sua forma associada a efeitos além da coagulação sanguínea. A ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina K tem sido muito discutida, pois atualmente estabelece-se apenas a IDR para a vitamina K, sem distinção entre as vitaminas K₁ e K₂. Tendo em vista os vários questionamentos em relação à vitamina K, o trabalho teve como objetivo apresentar uma atualização sobre esta importante vitamina, descrevendo um breve histórico sobre sua descoberta, suas principais fontes, as funções plenamente reconhecidas e as perspectivas sobre as novas evidências atribuídas especialmente à vitamina K₂.

Palavras-chave: menaquinona; filoquinona; vitaminas; atualidades

INTRODUÇÃO

Vitamina K é um micronutriente lipossolúvel cuja função na manutenção dos níveis normais de coagulação é conhecida há quase 100 anos (1). Recentemente, o interesse sobre a importância da vitamina K na saúde humana, além da sua função de coagulação, aumentou significativamente e vários estudos relacionam sua deficiência subclínica e crônica como fator de risco para diversas doenças tais como a osteoporose, aterosclerose, câncer, resistência à insulina, doenças neurodegenerativas, entre outras (2,3,4).

As formas naturais da vitamina K são a filoquinona (K₁) e a menaquinona (K₂). A vitamina K₁ é encontrada amplamente em vegetais de folhas verdes enquanto a vitamina K₂ é mais comumente encontrada em alguns tipos de queijos e na soja fermentada,

alimento tradicional no Japão, denominada “nattô”. Embora haja o conhecimento de que bactérias da flora intestinal de mamíferos são capazes de produzir vitamina K₂, essa quantidade é considerada insignificante. Há, portanto, a necessidade de ingestão adequada tanto da vitamina K₁ quanto da K₂ por meio da alimentação ou suplementação, quando necessária (5).

De acordo com o *Institute of Medicine* (IOM), a Ingestão Adequada (*Adequate Intake - AI*) de vitamina K é de 90 µg/dia para mulheres e 120 µg/dia para homens (6). A legislação brasileira estabelece por meio da RDC - ANVISA (Resolução da Diretoria Colegiada - Agência Nacional de Vigilância Sanitária) nº 269/2005 a quantidade de 65 µg/dia de vitamina K para adultos (7). Tendo em vista os recentes estudos sobre novas funções da vitamina K, especialmente da vitamina K₂, tem-se levantado alguns questionamentos sobre as quantidades ideais de ingestão dessas vitaminas.

O presente trabalho teve como objetivo apresentar uma atualização sobre a vitamina K, descrevendo um breve histórico sobre sua descoberta, suas principais fontes, as funções plenamente reconhecidas e as perspectivas sobre as novas evidências atribuídas especialmente à vitamina K₂.

RECONHECIMENTO DA VITAMINA K

A vitamina K foi descoberta pelo cientista dinamarquês Carl Peter Henrik Dam em 1929, ao observar um distúrbio de coagulação em pintinhos alimentados com ração sem gordura e colesterol por mais de duas semanas. Nessa ocasião, nenhuma das vitaminas já conhecidas (A, C, D e E) foi capaz de prevenir tal distúrbio, assim, postulou-se uma nova vitamina lipossolúvel. Esse composto estava aparentemente presente em vegetais verdes e fígado, já que a complementação da dieta com tais alimentos resultava na coagulação normal do sangue dos animais. Na pesquisa em questão, o cientista tratou com sucesso as hemorragias das galinhas com um extrato etéreo obtido da alfafa. Por apresentar atividade anti-hemorrágica, o composto foi denominado de vitamina K, derivada de “Koagulation”, pronúncia escandinava da palavra coagulação. Em 1943, Dam, juntamente com o pesquisador Edward Adelbert Doisy, ganharam o prêmio Nobel de Medicina por terem descoberto e elucidado a estrutura química da vitamina K. Suas pesquisas foram fundamentais para o entendimento do processo fisiológico da coagulação e das doenças decorrentes da deficiência de vitamina K (8).

CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS

A vitamina K ocorre naturalmente em duas formas: K₁ (filoquinona) obtida das plantas e K₂ [MK (menaquinona)] produzida por bactérias ou por fermentação. A vitamina K₂ pode ainda ser subdividida em várias isoformas, classificadas em cadeias curtas (MK-4 a MK-6), cadeias intermediárias (MK-7 a MK-9) e cadeias longas (MK-10 a MK-13), sendo as mais comuns, as MK-4, 7, 8, e 9. O nome de cada uma das isoformas refere-se ao número de carbonos insaturados na cadeia isoprenoide lateral. A estrutura comum entre todos os derivados da vitamina K é a 2-metil-1,4-naftoquinona, também chamada de menadiona (Figura 1). A menadiona não é uma substância que ocorre naturalmente, mas pode ser sintetizada e é denominada de vitamina K₃ (8).

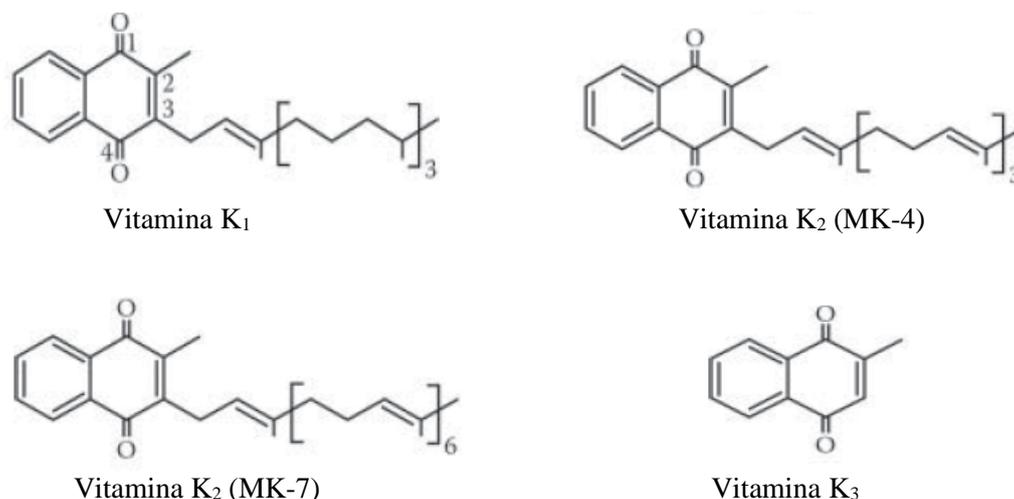


Figura 1 – Estruturas químicas da vitamina K₁ (filoquinona), vitamina K₂ (menaquinona-4 e menaquinona-7) e vitamina K₃ (menadiona)
 Fonte: Gröber et al., 2014 (8).

FONTES ALIMENTARES

A vitamina K₁ é comumente encontrada em vegetais, especialmente os de folhas verdes, como alface, espinafre, acelga, couve, entre outros (Figura 2), em concentrações variando entre 34 e 543 µg/100 g (Tabela 1) (5,9).

A vitamina K₂ é produzida principalmente por bactérias, sendo, portanto, encontrada em alguns alimentos fermentados como legumes em conserva e queijos. A fonte alimentar mais rica em vitamina K₂ é a soja fermentada denominada de “nattô”. O nattô é um alimento tradicional e amplamente consumido no Japão. Apesar dos inúmeros benefícios à saúde relacionados ao seu consumo, não costuma ser um alimento muito atrativo para a população ocidental, devido a sua aparência pegajosa, textura escorregadia, sabor forte e odor atípico, muitas vezes considerado pungente (Figura 3). O nattô é preparado a partir da soja cozida, a qual é fermentada por 16 horas a 40 °C, seguida por resfriamento em geladeira. O processo de fermentação é ativado pelo *Bacillus subtilis natto*, uma bactéria Gram-positiva com tolerância relativamente alta ao calor, normalmente presente na palha de arroz (10).

Alguns alimentos foram analisados nas formas cruas e cozidas. Na maioria dos casos, a concentração de vitamina K₁ após o cozimento foi em torno de 30% menor, indicando que o consumo de verduras cruas pode prover melhor aproveitamento dessa vitamina quando comparado à verdura cozida (9). Em relação à vitamina K₂, verificou-se que nenhum outro alimento apresentou concentração de MK acima de 100 µg/100 g, enquanto o nattô se destacou por apresentar teor acima de 900 µg/100 g (Tabela 1) (5,11).

Tabela 21 – Fontes alimentares de vitamina K₁ e K₂ (MK: menaquinona) (µg/100 g) em base úmida

Alimento	K ₁	MK-4	MK-6	MK-7	MK-8	MK-9
Kefir (leite fermentado)	1,57	-	-	-	3,9	4,50
Iogurte de soja	5,13	-	-	-	-	-
Missô 1	5,98	-	-	-	-	-
Missô 2	9,48	-	-	<LQ	<LQ	<LQ
Shoyu	-	-	-	-	-	-
Yosa (aveia fermentada)	7,58	-	-	-	-	-
Chucrute (Alemanha)	11,45	-	<LQ	<LQ	-	<LQ
Chucrute (Finlândia)	12,93	-	-	-	-	-
Chucrute (Rússia)	16,99	-	-	-	-	-
Kimchi 1	27,88	-	-	-	-	-
Kimchi 2	42,44	-	-	-	-	-
Tofu	27,11	-	-	-	-	-
Pasta de soja chinesa	8,44	-	4,53	86,31	44,04	<LQ
Soja fermentada picante	26,31	-	35,80	11,94	22,31	<LQ
Nattô (soja fermentada)	15,38	<LQ	28,47	901,72	53,94	<LQ
Gorgonzola	1,7	11	nd	<LQ	nd	<LQ
Gouda	3,0	13	nd	1,9	nd	34
Mussarela fresca	0,54	2,7	nd	<LQ	nd	<LQ
Mussarela tradicional	0,75	4,3	nd	<LQ	nd	<LQ
Brócolis	240	<LQ	nd	<LQ	nd	<LQ
Couve de bruxelas	219	<LQ	nd	<LQ	nd	<LQ
Couve flor	34	<LQ	nd	<LQ	nd	<LQ
Kale	543	<LQ	nd	<LQ	nd	<LQ
Brocolis romanesco	64	<LQ	nd	<LQ	nd	<LQ
Espinafre	270	<LQ	nd	<LQ	nd	<LQ
Rúcula	289	-	-	-	-	-
Manjericão	335	-	-	-	-	-
Repolho cru	328	-	-	-	-	-
Repolho cozido	244	-	-	-	-	-
Catalonha crua	280	-	-	-	-	-
Catalonha cozida	226	-	-	-	-	-
Salsão cru	295	-	-	-	-	-
Salsão cozido	309	-	-	-	-	-
Cebolinha	160	-	-	-	-	-
Coentro	258	-	-	-	-	-
Escarola crua	174	-	-	-	-	-
Escarola cozida	155	-	-	-	-	-
Alface	135	-	-	-	-	-
Salsinha	491	-	-	-	-	-
Agrião	301	-	-	-	-	-

- : Não analisado; <LQ: Abaixo do limite de quantificação; nd: não detectado.
Fontes: Jensen et al., 2021 (5); Faria et al., 2017 (9); Tarvainen et al., 2019 (11).



Figura 2 – Fontes de vitamina K₁: Vegetais de folhas verdes (alface, acelga, couve, etc)
Fonte: Imagem do autor



Figura 3 – Principal fonte de vitamina K₂: Nattô (soja fermentada), temperado e servido com cebolinha e arroz japonês
Fonte: Imagem do autor

FUNÇÕES PLENAMENTE RECONHECIDAS E NOVAS EVIDÊNCIAS

A função da vitamina K para o controle da coagulação sanguínea já é conhecida há muito tempo. Seu mecanismo de ação consiste em agir como coenzima para gerar proteínas específicas denominadas de fatores de coagulação. As proteínas dependentes da vitamina K são sintetizadas no fígado e compreendem os fatores II, VII, IX e X, os quais têm a função de pró-coagulantes, ou seja, interromper e prevenir o sangramento. Já as proteínas Z, C e S desempenham função de anticoagulante, ou seja, inibem o processo de coagulação. Apesar dessa dualidade de funções, o efeito predominante da deficiência nutricional de vitamina K tende para o sangramento causado pela inatividade das proteínas pró-coagulantes. O organismo humano armazena pequenas quantidades de vitamina K e as reservas se esgotam rapidamente caso não haja ingestão alimentar periódica (1).

Evidências científicas indicam importante função da vitamina K na saúde óssea. Três proteínas dependentes da vitamina K: proteína S, proteína Gla da matriz (MGP) e

osteocalcina, foram identificadas como componentes da matriz óssea produzidos por osteoblastos. O Estudo de Saúde dos Enfermeiros (*Nurses' Health Study*) investigou o efeito da ingestão diária de vitamina K sobre a fragilidade óssea em mais de 70 mil mulheres com idades entre 38 e 63 anos, por um período de 10 anos. Foi demonstrado nesse estudo, que a ingestão diária de 109 mg de vitamina K reduziu em 30% o risco de fratura no quadril em comparação com a ingestão abaixo de 109 mg (8). Outro estudo com 55 adolescentes demonstrou redução de osteocalcina não carboxilada e aumento de osteocalcina carboxilada com suplementação diária de 45 mg de MK-7, indicando melhora da mineralização óssea. A administração de vitamina K resulta, portanto, em aumento na densidade mineral óssea e redução da reabsorção óssea em humanos. Por outro lado, baixos níveis de vitamina K circulante estão associados a alta incidência de fraturas no colo femoral e vertebral (3).

Nas últimas décadas, diversas outras funções da vitamina K, além da coagulação sanguínea e saúde óssea, têm sido pesquisadas. Várias isoformas da vitamina K foram identificadas e especificamente a vitamina K₂ se destaca por sua meia-vida longa e atividade extra-hepática.

A calcificação dos vasos sanguíneos é um processo que leva ao desenvolvimento de doença cardiovascular, a maior causa de morte no mundo. Proteínas dependentes da vitamina K estimulam um mecanismo de proteção evitando a calcificação dos vasos sanguíneos. No Estudo de Rotterdam (*Rotterdam Study*) com 4.807 holandeses de ambos os sexos, os efeitos da vitamina K₁ e K₂ sobre o risco de desenvolvimento de doença cardiovascular, calcificação das artérias e mortalidade geral foram investigados por um período de 10 anos. Observou-se que a ingestão diária de 250 mg de vitamina K₁ não apresentou proteção sobre o sistema cardiovascular ou mortalidade, enquanto a ingestão de 25 mg por dia de vitamina K₂ reduziu o risco de morte por doenças cardiovasculares em 57%. A vitamina K₂ também reduziu o risco de calcificação severa das artérias em 52%. Outro estudo placebo controlado demonstrou que a suplementação diária de 180 mg e 360 mg de MK-7 reduziram significativamente os níveis de MGP descarboxilada em 31% e 46%, respectivamente, em comparação ao grupo placebo. A MGP carboxilada é um importante inibidor da calcificação vascular, assim como a MGP descarboxilada é um fator de risco para a aterosclerose (8).

Pesquisas mais recentes têm relacionado a MK-4 com o processo de envelhecimento e doenças neurológicas como Parkinson e Alzheimer, devido ao envolvimento da vitamina K na síntese de esfingolipídeos, um grupo de lipídios complexos que compõem a membrana celular, encontrados em alta concentração nas células do sistema nervoso central e periférico. No cérebro, os esfingolipídeos estão envolvidos na regulação dos processos de proliferação celular, apoptose e senescência. No tecido cerebral, altas concentrações de vitamina K mostraram ser essenciais para a função cerebral, podendo contribuir para a prevenção de doenças neurodegenerativas pela redução da calcificação (endurecimento) dos tecidos moles como artérias, cartilagens e válvulas cardíacas (4).

Estudos clínicos, utilizando a vitamina K₂ como suplemento no tratamento de câncer, demonstraram inibição no crescimento e metástase de várias linhagens de células cancerosas, devido à citotoxicidade dessa vitamina especificamente para cânceres de próstata, fígado e colorretal. Dentre os possíveis mecanismos anti-oncogênicos da

vitamina K, destaca-se a modulação do equilíbrio redox e indução do estresse oxidativo em células cancerosas devido a sua estrutura quinona e indução da apoptose pela ativação de alguns fatores apoptóticos como c-Jun N-terminal quinase (3).

Alguns estudos sugerem ainda, possível efeito da vitamina K como agente anti-Covid-19. Estudos de simulação molecular mostraram que a vitamina K₂ pode ligar-se à proteína spike do Sars-CoV-2 estabilizando a sua conformação fechada, reduzindo assim, a oportunidade de interação com a ECA 2 (Enzima Conversora de Angiotensina 2), principal receptor de entrada do vírus nas células. Outras funções como a inibição de proteínas não estruturais necessárias para a replicação do SARS-CoV-2 também têm sido atribuídos à vitamina K, porém, há necessidade de mais estudos e esclarecimentos sobre os mecanismos de ação envolvidos nesses possíveis efeitos protetores da vitamina K (12).

DEFICIÊNCIA E RECOMENDAÇÕES

A deficiência de vitamina K é rara, porém, alguns grupos populacionais como as crianças, gestantes e idosos necessitam de maior atenção quanto à ingestão de quantidades adequadas dessa vitamina. Em crianças, a osteocalcina circulante, proteína dependente da vitamina K é dez vezes maior na fase de crescimento em comparação ao momento em que o pico de massa óssea já foi alcançado. Em gestantes, o feto em crescimento necessita de vitamina K, que é proveniente do sangue materno, e quedas nos níveis de vitamina K a partir do terceiro trimestre de gravidez já foram observadas. Em adultos e idosos a partir dos 50 anos verificou-se redução da carboxilação da osteocalcina, indicador de vitamina K no organismo. Essa condição pode ser em decorrência da diminuição da ingestão de alimentos e da absorção intestinal, ou aumento da demanda. Indivíduos com problemas de absorção intestinal como portadores da doença de Crohn, de fibrose cística e de galactosemia costumam apresentar baixos níveis de vitamina K. Ainda, o uso de alguns medicamentos como o anticoagulante warfarina, antibióticos e medicamento para perda de peso como o Orlistat podem interferir nas concentrações de vitamina K. A deficiência de vitamina K causa tempo prolongado de coagulação e aumento do risco de sangramento severo, perda de sangue, hematoma, má cicatrização da ferida e anemia (6).

Atualmente, a ingestão dietética de referência (*Dietary Reference Intakes*), denominada de DRIs considera quatro valores de referência de ingestão de nutrientes. As DRIs podem ser utilizadas para o planejamento de dietas e programas de orientação nutricional, com objetivos de promover a saúde, diminuir o risco de doenças e evitar a ingestão excessiva de algum nutriente por um indivíduo ou um grupo. As DRIs compreendem quatro conceitos para consumo de nutrientes: 1) Necessidade Média Estimada (*Estimated Average Requirements* - EAR; 2) Ingestão Dietética Recomendada (*Recommended Dietary Allowance* - RDA; 3) Ingestão Adequada (*Adequate Intake* - AI); 4) Limite Superior Tolerável de Ingestão (*Tolerable Upper Intake Level* - UL) (13). Baseada nessas recomendações, a ANVISA publicou a Resolução RDC nº 360/2003, estabelecendo os valores de Ingestão Diária Recomendada (IDR) de nutrientes, porém esta teve como principal finalidade padronizar informações nutricionais para a rotulagem de alimentos, principalmente quanto à porcentagem de atendimento às necessidades nutricionais sem especificação de faixa etária (14). Considerando a necessidade de atualizar os valores de IDR de Proteína, Vitaminas e Minerais a serem utilizados como parâmetro de ingestão de nutrientes por indivíduos e diferentes grupos populacionais, foi publicada a Resolução ANVISA RDC nº 269/2005 – Regulamento técnico sobre a

ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais, seguindo as diretrizes da Política Nacional de Alimentação e Nutrição sobre o controle dos distúrbios nutricionais e doenças associadas à alimentação e nutrição (7). Os valores de referência estabelecidos como recomendação de ingestão de vitamina K estão apresentados na Tabela 2, porém, tanto na referência do IOM quanto da legislação brasileira, o valor se refere à vitamina K, ou seja, não há recomendações específicas para as vitaminas K₁ e K₂. Levando-se em consideração as estruturas e atividades específicas da vitamina K₂, poderiam ser estabelecidos valores de referência distintos para as vitaminas K₁ e K₂.

Tabela 2 – Recomendações de ingestão de vitamina K por grupo populacional, estabelecidas pelo Instituto de Medicina (IOM) a pela legislação brasileira

Faixa etária	DRI/AI (µg/dia)*		Faixa etária	IDR (µg/dia)**
	Homens	Mulheres		
0-6 meses	2,0	2,0	0-6 meses	5
7-12 meses	2,5	2,5	7-11 meses	10
1-3 anos	30	30	12-36 meses	15
4-8 anos	55	55	37 meses-6 anos	20
9-13 anos	60	60	7-10 anos	25
14-18 anos	75	75		
19-30 anos	120	90	Adultos	65
31-50 anos	120	90		
51-70 anos	120	90		
>70 anos	120	90		
Gestantes			Gestantes	55
≤18 anos		75		
19-50 anos		90		
Lactantes			Lactantes	55
≤18 anos		75		
19-50 anos		90		

* DRI/AI: Dietary Reference Intake/Adequate Intake;

* IDR: Ingestão Diária Recomendada.

Fonte: IOM, 2002 (6); Resolução ANVISA RDC nº 269/2005 (7).

CONCLUSÕES

A vitamina K é essencial para o processo de coagulação sanguínea, porém, a importância dessa vitamina para a saúde vai muito além dos efeitos na coagulação. Baixos níveis de vitamina K têm sido relacionados com o desenvolvimento de diversas doenças. Pesquisas clínicas, portanto, estudam a hipótese de que uma dieta rica em vitamina K ou a sua suplementação podem promover benefícios à saúde, tais como: prevenir a perda de massa óssea, retardar o desenvolvimento de calcificação dos vasos sanguíneos, prevenir doenças neurodegenerativas, promover equilíbrio da glicose sanguínea, interromper o crescimento de diversas linhagens de células cancerígenas, modular a função imune desempenhando até mesmo um papel protetor contra o Sars-CoV-2. A maioria dos efeitos extra-hepáticos é atribuída especificamente à vitamina K₂, porém, os estudos ainda são recentes e espera-se que nos próximos anos, muitos desses mecanismos sejam elucidados.

REFERÊNCIAS

1. FAO/WHO Expert Consultation on Human Vitamin and Mineral Requirements (1998 : Bangkok, Thailand). Vitamin and mineral requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation, Bangkok, Thailand, Second Edition, 2004.
2. Fusaro M, Gallieni M, Porta C, Nickolas TL, Khairallah P. Vitamin K effects in human health: new insights beyond bone and cardiovascular health. *J Nephrol.* 2020;33(2):239-49.
3. Fakhree, NK, Mhaibes SH, H. Khalil HH. Review article - Impact of Vitamin K on Human Health. *Iraqi J Pharm Sci.* 2021;30(1):1-13.
4. Popescu A, German M. Vitamin K₂ holds promise for Alzheimer's prevention and treatment. *Nutrients.* 2021;13: 2206.
5. Jensen MB, Ložnjak Švarc P, Jakobsen J. Vitamin K (phylloquinone and menaquinones) in foods - Optimisation of extraction, clean-up and LC-ESI-MS/MS method for quantification. *Food Chem.* 2021;30(345):128835.
6. IOM. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes. National Academic Press, Washington D.C., 1999-2001.
7. Ministério da Saúde (BR). Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais. *Diário Oficial da União*;23 set 2005.
8. Gröber U, Reichrath J, Holick MF, Kisters K. Vitamin K: an old vitamin in a new perspective. *Dermatoendocrinol.* 2015;6(1):e968490.
9. Faria SASC, Arruda VAS, Araújo ES, Penteadó MVC. Vitamin K: content in food consumed in São Paulo, Brazil. *Braz J Pharm Sci.* 2017;53(2):e15197.
10. Chan HT, Oshiro N, Kezuka M, Wong SK. Natto and miso: an overview on their preparation, bioactive components and health-promoting effects. *Food Research.* 2021;5(3):446-52.
11. Tarvainen M, Fabritius M, Yang B. Determination of vitamin K composition of fermented food. *Food Chem.* 2019;1(275):515-22.
12. Ali AM, Kunugi H, Abdelmageed HÁ, Mandour AS, Ahmed ME, Ahmad S, Hendawy AO. Review: Vitamin K in COVID-19 - Potential anti-COVID-19 properties of fermented milk fortified with bee honey as a natural source of vitamin K and Probiotics. *Fermentation.* 2021;7(202):1-23.
13. Cominetti C, Cozzolino SMF. Parte 1: Recomendações de Nutrientes. In: Silvia Maria Franciscato Cozzolino. (Org.). Biodisponibilidade de Nutrientes. 3ed. São Paulo: Editora Manole Ltda. 2009;1:12-45.

14. Ministério da Saúde (BR). Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União;26 dez 2003.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-119>

Capítulo 119

BENEFÍCIOS DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE *Schinus terebinthifolius* Raddi NO USO COMO ADITIVO FITOGÊNICO EM RAÇÕES DE ANIMAIS

Istefany Florido Mendes Lopes¹; Thais Borges Carmona²; Daniela Barros de Oliveira³

¹Estudante do Curso de Zootecnia- CCTA – UENF; E-mail: istefanyflorid2@gmail.com, ²Estudante do Curso de Medicina Veterinária- CCTA – UENF; E-mail: thaispacarmona@gmail.com,

³Docente/pesquisador do Laboratório de Química dos Alimentos. – CCTA – UENF. E-mail: dbarrosoliveira@uenf.br.

Resumo: A aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) apresenta grande potencial de utilização na elaboração de aditivos alimentares, devido à presença de metabólitos secundários em sua composição como os ácidos fenólicos e flavonoides que são associados às atividades biológicas dessa planta. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa consistiu em realizar um levantamento bibliográfico a respeito da análise da composição química dos frutos da *Schinus terebinthifolius*, caracterização das substâncias que faz dessa planta um antioxidante natural e quais os benefícios ao ser incluída como aditivo fitogênico em rações de animais. Após a análise e interpretação de resultados obtidos em bases científicas e dados registrados pelo Laboratório de Química dos Alimentos da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), observou-se que a utilização da espécie pode ser uma via alternativa à utilização de aditivos e conservantes sintéticos, pois, os compostos antioxidantes presentes em seus frutos, retardam os danos causados por radicais livres no organismo dos animais. Logo, o seu uso contribui para a manutenção de animais saudáveis através da alimentação, dentre os benefícios em destaque estão a melhora da qualidade do alimento, melhor digestibilidade de nutrientes, melhora do sistema imunológico e organismo animal.

Palavras-chave: aditivo fitogênico; antioxidante; benefícios

INTRODUÇÃO

Os aditivos fitogênicos são compostos bioativos naturais, derivados de plantas medicinais e compreendem uma ampla variedade de ervas, produtos derivados tais como os extratos, óleos essenciais e óleo-resina. Seus componentes purificados ainda têm efeito benéfico sobre a produção e a saúde dos animais, devido às propriedades medicinais associadas aos vegetais (1).

As propriedades químicas e farmacológicas das plantas e seus derivados são pesquisadas desde a antiguidade e muitos estudos são feitos a fim de elucidar seus efeitos sobre a saúde de seres humanos e animais (1).

De acordo com Oliveira et al. (2006) (2), as espécies vegetais com propriedades terapêuticas utilizadas como medicamentos constituem uma importante fonte de novos compostos biologicamente ativos. A maioria desses compostos possui grande potencial em provocar reações nos organismos vivos, essa capacidade é denominada princípio ativo e esse fator caracteriza as plantas como medicinais por possuírem atividade terapêutica (3).

Ademais, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas a fim de demonstrar os efeitos que os extratos vegetais podem imprimir sobre o desempenho dos animais. Nesta perspectiva, a aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) é uma espécie da família Anacardiaceae e de distribuição tropical e subtropical (4) é originária da América do Sul, nativa do Brasil, Paraguai, Uruguai e leste da Argentina (5). É largamente distribuída por todo território brasileiro, devido à facilidade de adaptação a diversos habitats (6) (7).

Esta espécie já vem sendo utilizada na alimentação de aves (8), suínos (9) na forma de extrato, óleo essencial (10) ou farelo (FPR) (8), principalmente em razão das suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas.

Estudos realizados por Bernardes (2014) (11) e Glória et. al (2017) (12) indicam que a atividade antioxidante de *S. terebinthifolius* se dá pela presença de ácidos fenólicos e flavonoides. Essas substâncias podem inibir a oxidação de lipídios ou outras espécies reativas de oxigênio (EROs), e assim, evitam o início ou propagação das reações de oxidação em cadeia (13). Dessa forma, o consumo de substâncias antioxidantes na dieta pode produzir uma ação protetora contra os danos causados pelos processos oxidativos celulares, e trazer benefícios à saúde de seus consumidores (13).

Dessa forma, o objetivo da pesquisa é realizar um levantamento bibliográfico e científico a respeito da composição fenólica da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi e quais benefícios a atividade antioxidante dessa espécie pode trazer ao ser utilizada como aditivo natural em rações de animais.

ADITIVOS FITOGÊNICOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL

De acordo com o Decker e Chu (1998) (14), os aditivos são substâncias adicionadas ao alimento com o objetivo de melhorar o desempenho, apto de ser utilizado sob determinadas normas restritivas e que não deixe resquício no produto de consumo e não prejudique o seu valor nutritivo. Antes de serem liberados para uso geral, os aditivos passaram por longos e minuciosos exames. E sob o ponto de vista médico, os aditivos são seguros e não causam nenhum mal à saúde (15).

Atualmente, existem mais de 3.500 aditivos usados pelas indústrias, que podem ser de origem sintética, ou seja, são produzidos por síntese, são idênticos aos encontrados na natureza, e outros, ainda, são fabricados por cientistas de alimentos e não são baseados em substâncias que ocorrem naturalmente, ou podem ser naturais, denominados aditivos fitogênicos (15).

Os aditivos fitogênicos para rações são substâncias de origem vegetal adicionadas à dieta de animais em níveis recomendados (16). Esses compostos possuem diversas propriedades bioativas e são usados na nutrição animal visando o bem-estar e o máximo desempenho animal (17).

As substâncias que compõem as fontes vegetais agem impedindo doenças comuns nos animais e também na manutenção da saúde. Os fitogênicos também são de interesse dos consumidores porque são consideradas alternativas naturais a compostos sintéticos (18).

Neste sentido, as espécies mais utilizadas como aditivos na nutrição animal são: *Allium sativum* (alho), *Origanum majorana* (manjerona), *Menta piperita* (hortelã), *Thymus vulgare* (orégano), *Thymus vulgaris* (tomilho), *Rosmarinus officinalis* (alecrim), *Capsicum annuum* (pimenta vermelha), *Juniperus communis* (zimpro), *Hypericum perforatum* (hipérico), *Schinus terebinthifolius* (Aroeira-vermelha), essas espécies também despertam o interesse da comunidade científica por conta de seus princípios ativos (19).

De acordo com Hashemi e Da Voodi (2011) (20) para entender a razão para o uso dessas plantas na nutrição animal é necessário entender os componentes químicos que fazem parte do seu metabolismo. Os constituintes do metabolismo primário possuem distribuição universal na planta e se caracteriza por grande produção, distribuição universal e com funções essenciais. Já os metabólitos secundários são compostos naturais produzidos pelas plantas com objetivo principal de proteção a estresses abióticos e bióticos. Segundo Guidotti, (2011) (21), estas moléculas oriundas do metabolismo secundário (princípios ativos) apresentam estruturas químicas diferentes e modos de ação diferentes que atribuem efeitos biológicos diferenciados como antioxidantes, anti-inflamatórias, antivirais, entre outros (22) (23). Os principais princípios ativos responsáveis por essas ações são os alcalóides, flavonoides, glicosídeos, saponinas, taninos e mucilagens (20).

Contudo, a literatura sugere que sejam utilizados diferentes métodos de extração e técnicas de análises cromatográficas na detecção de compostos e estudar as suas atividade biológica (24).

Portanto, a partir do conhecimento fitoquímico da espécie é revelado seu potencial de benefício à saúde, e assim, poderão ser adicionados à dieta dos animais (25).

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE *Schinus terebinthifolius* Raddi

A Aroeira- vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) tem sido alvo frequente de pesquisas sob o ponto de vista químico (26) (27). De acordo com Virgens, (2018) (28) a atividade antioxidante que caracteriza os frutos dessa espécie advém da presença de compostos fenólicos.

Os compostos fenólicos são substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxila (29).

Nesta perspectiva, os principais compostos fenólicos que dão a ação antioxidante de *S. terebinthifolius* são os ácidos fenólicos e os flavonoides (12) (30).

Os ácidos fenólicos são uma categoria de compostos orgânicos que inclui as substâncias que contêm um anel fenólico e uma função orgânica de ácido carboxílico (esqueleto C6-C1) (31). Dentre os ácidos fenólicos isolados dos extratos dos frutos de *S. terebinthifolius* estão o ácido elágico e ácido gálico (12) (30), cujo as estruturas estão sendo representadas na figura 1 e 2.

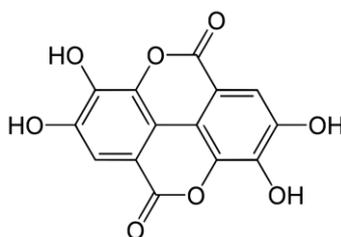


Figura 1 - Estrutura química do ácido elágico.

Fonte: ChemDraw.

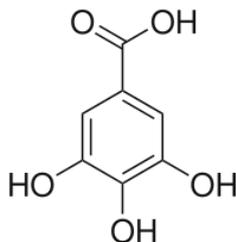


Figura 2 - Estrutura química do ácido gálico.
Fonte: ChemDraw.

Quanto aos flavonoides, do ponto de vista estrutural, são polifenóis compostos de dois anéis benzênicos (A e B), unidos a um anel pireno contendo oxigênio (C) (32). A estrutura de formação de um flavonoide é expressa na figura 3.

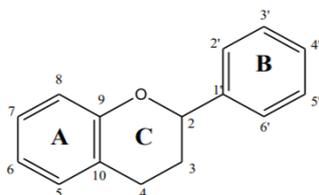


Figura 3 - Núcleo fundamental dos flavonoides.
Fonte: (Virgens, 2018) (27).

Feuereisen, et al. (2017) (34) e Glória et al. (2017) (12) identificaram em extratos dos frutos dessa espécie a flavonona naringenina e a flavona apigenina, cujo a estrutura química dessas substâncias está sendo exemplificadas na figura 4. Também foram caracterizados nessa espécie os biflavonóides: tetrahydroamentoflavona, agatisflavona (Figura 5), hinokiflavona (Figura 6) (35).

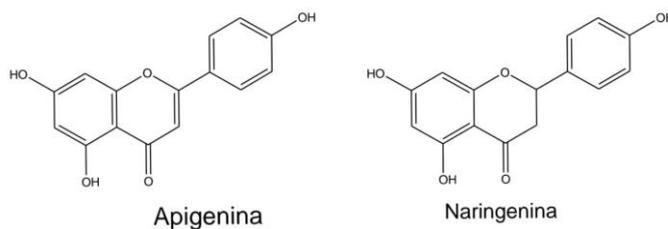


Figura 4 - estrutura química da flavona apigenina e flavonona naringenina.
Fonte: ChemDraw

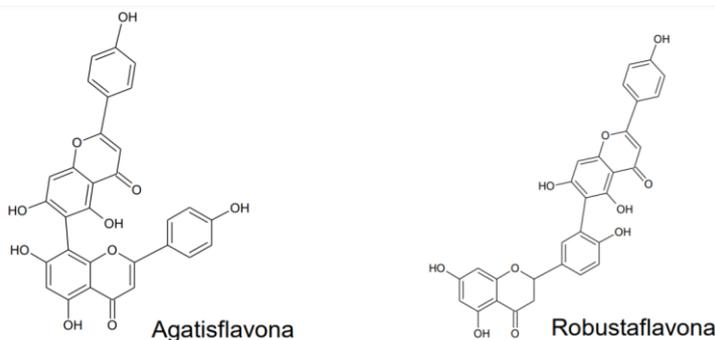


Figura 5 - estrutura química dos biflavonóides agatisflavona e robustaflavona.

Fonte: (Glória et al. 2017) (12)

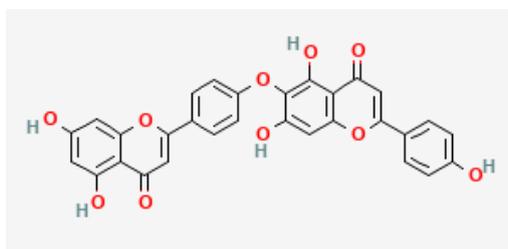


Figura 6 - estrutura química do biflavonóide hinokiflavona.

Fonte: Biblioteca Nacional de Medicina (36).

Em geral, a atividade antioxidante desses compostos fenólicos caracterizados na *S. terebinthifolius* se dá por atuarem como doadores de hidrogênio (H) e em quelar metais, ou seja, desempenham um papel na etapa de iniciação e propagação do processo de oxidação (37).

Todavia, em análises cromatográficas realizadas por Jiang, Liang, Gan, Li, e Wang, (2017) (35) os biflavonóides foram os compostos bioativos detectados em maior concentração nos frutos da aroeira-vermelha. Esses compostos possuem dois monômeros de flavonoides ligados a um grupo alcoxi ou aquil e por essa razão podem apresentar atividades biológicas mais fortes quando comparados ao seu monômero flavonóide constituinte (35).

BENEFÍCIOS DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os radicais livres são moléculas altamente instáveis pois em sua configuração os átomos contêm um ou mais elétrons isolados ocupando um orbital atômico ou molecular (38). O efeito cumulativo desses radicais livres podem trazer vários danos ao organismo dos animais (39).

Além disso, essas reações de oxidação estão envolvidas nos processos de deterioração dos alimentos, influenciando na sua qualidade (40).

Mas, podem ser evitados através da modificação das condições ambientais ou pela utilização de substâncias antioxidantes com a capacidade de impedir que esses processos oxidativos ocorram (41).

Desta forma, a utilização da aroeira-vermelha pode ser uma via alternativa, pois, à presença dos antioxidantes em sua composição química, neutralizam a ação desses radicais livres. De acordo com Ramalho e Jorge (2006) (42), o mecanismo antioxidantes

ocorre porque esses compostos fenólicos doam um próton ao radical livre, neutralizando-os e assim interrompem o mecanismo de oxidação que interfere nas propriedades.

Logo, o enriquecimento da ração com os antioxidantes afeta de forma benéfica a qualidade do alimento, visto que os aspectos físicos como aroma, cor, sabor e textura são conservados (43).

Ao inibirem a oxidação dos óleos e vitaminas, eles garantem que o animal faça a ingestão de um alimento seguro, e auxilia na manutenção da saúde intestinal e conseqüentemente, permitem que todo o seu potencial genético daquele indivíduo seja expressado (15).

Em pesquisas realizadas por Cappeli, Manica e Hashimoto (2016) (44) utilizando aditivos antioxidantes em rações secas extrusadas de cães e gatos, este uso trouxe benefícios a curto e longo prazo como aprimoramento da digestibilidade do alimento; também observou-se também a melhora da qualidade das fezes e da microbiota intestinal; amenização dos quadros clínicos que os animais podem sofrer, como problemas nas articulações, dermatológicos e intestinais. Esses polifenóis, principalmente os flavonoides, também são utilizados em rações terapêuticas, utilizados para tratar ou prevenir problemas relacionados à hipertensão e às placas bacterianas em animais mais idosos (45).

No que se diz respeito aos animais de produção, segundo Silva, (2018) (46) a implementação desses compostos ativos naturais na alimentação de aves e suínos é uma alternativa eficaz na prevenção de problemas intestinais, como irritação da mucosa intestinal e diarreia. Neste sentido, a atividade antidiarreica da quercetina, flavonoide caracterizado nos frutos da espécie, contribui para uma proteção da parede intestinal (47).

Também há estudos comprovando as vantagens da utilização dos antioxidantes na alimentação de bovinos em confinamento, mas em pequenas doses, visto que altas doses podem inibir o crescimento de microrganismos ruminais celulolíticos, o que compromete a digestão das fibras. Portanto, em pequenas concentrações, esses produtos atividades antioxidantes podem ser complementados na dieta desses animais, como método de retardar os efeitos negativos da oxidação da carne e melhorar a qualidade da mesma (48).

Contudo, ainda são poucos os experimentos testando a aroeira-vermelha na alimentação dos animais, deixando uma oportunidade importante para testes e análises, buscando resultados positivos na adição dessa planta na forma de aditivo alimentar.

CONCLUSÃO

Tendo em vista as revisões bibliográficas realizadas acerca do assunto abordado, conclui-se que a aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) é uma fonte de componentes promotores à saúde. Os compostos fenólicos isolados na espécie caracterizam a capacidade antioxidante dos frutos. Devido a essa propriedade, esta fruta pode ser aplicada pela indústria alimentícia como alternativa ao uso de aditivos e conservantes sintéticos, aplicados à dieta, são capazes de aumentar a produtividade, melhora da qualidade da ração e melhoria da qualidade dos alimentos derivados desses animais. Além disso, suas propriedades farmacológicas contribuem para a manutenção de animais saudáveis.

REFERÊNCIAS

- 1- Barroso DC. Adição de Fitogênicos em Rações de Frangos de Corte [Tese de doutorado] Seropédica: UFRRJ. 2016.
- 2- Oliveira E, Lameira O, Zoghbi M. Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera* spp.) no município de Moju, PA. R. B. Plant Med. 2006.
- 3- Martins ER, Castro DM, Castellani DC, Dias JE. Plantas medicinais. UFV. 1995.
- 4- Souza VCLH. Botânica Sistemática - Guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Inst Plantarum. 2005.
- 5- Almeida LS. Avaliação Morfológica de mudas de *Allophylus edulis* e *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira) produzidas em diferentes substratos [Dissertação] Curitiba: UFPR. 2005.
- 6 - Lorenzi H. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Inst Plantarum. 2002.
- 7- Silva MAVD. Avaliação fisiológica da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) sob déficit hídrico visando reflorestamento [Mestrado]: UFRPE. 2007.
- 8- Gonçalves FG, Zanini SF, Guerra AFQG, Gonçalves EP, Conalço GL, Feitosa ML. Use of Brazilian red pepper as an additive natural on broilers performance. Rev. bras. saúde. prod anim. 2014.
- 9- Gois FD. Óleo essencial de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) como alternativa aos antimicrobianos melhoradores de desempenho para leitões recém-desmamados [Dissertação] Ilhéus: UESC. 2014.
- 10- Zanini SF, Silva MA, Pessoti BMMS, Colnalço GL, Nunes LC, Rodrigues MRA. Suplementação de vitamina e/ou de óleo essencial de aroeira na dieta de frangos de corte sobre o desempenho e morfometria intestinal. Arch. of Vet. Scien. 2011
- 11- Bernardes N. *Schinus terebinthifolius* Raddi: Atividade Antioxidante e Potencial Biológico [Tese de Doutorado]. Campos dos Goytacazes: UENF; 2014.
- 12- Glória L, Arantes B, Pereira F, Vieira S, Martins X, Carvalho J, et al. Phenolic compounds present *schinus terebinthifolius* raddi influence the lowering of blood pressure in rats. Molecules. 2017.
- 13- Degáspari C. Propriedades Antioxidantes e antimicrobianas dos frutos da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) [Tese de Doutorado] Curitiba: UFPR. 2004.
- 14- Decker EA, Xu Z. Minimizing rancidity in Muscle foods. Food Technol. 1998.
- 15- Coneglian M. Utilização de antioxidantes nas rações. Pubvet. 2011.
- 16- Perić L, Žikić D, Lukić M. Application of alternative growth promoters in broiler production. B. An Husbandry. 2009.
- 17- Costa, LB. Aditivos fitogênicos e butirato de sódio como potenciais promotores de crescimento de leitões recém-desmamados [Tese de doutorado]. Piracicaba: USP. 2009.
- 18- Pearce M, Jin GLZ. Aditivos Fitogênicos. Porkworld. 2010.
- 19- Kamel, C. A novel look at a classic approach of plant extracts. Feed Mix, 2000.
- 20- Hashemi SR, Davoodi H. Plantas herbais e seus derivados como promotores de crescimento e saúde na nutrição animal. Com pesq vet. 2011.
- 21- Guidotti, M. Aditivos fitogênicos na alimentação de aves de produção (Revisão de literatura). UFGO. 2011.
- 22- Wiseman SA, Balentine DA, Frei B. Antioxidants in tea. Critical Reviews in Food Scienc and Nutr. 1997.
- 23- Guo, FC, Kwakkel RP, Williams BA, Parmentier HK, Lis WK, Yang ZK, A. et al. Effects of mushroom and herb polysaccharides on cellular and humoral responses of *Eimeria tenella*-infected chickens. Poultry Snc, 2004.

- 24- Pasquali GAM, Pimenta GEM. Aditivos fitogênicos: uma alternativa ao uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação de aves. C. Cient. Conhecer. 2014.
- 25- Lopes I, Oliveira D, Travassos CE. Rações enriquecidas com *Schinus terebinthifolius*, um antioxidante natural como fonte antiviral [internet]. Campos dos Goytacazes: XIII Conflict - VI Conpg. 2020. [Acesso em 05 Julh 2021]. Disponível em: <https://proceedings.science/conflict-conpg-2020/papers/racoes-enriquecidas-com-schinus-terebinthifolius--um-antioxidante-natural-como-fonte-antiviral>
- 26- Ministério da Saúde. Práticas integrativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica. Brasília, 2017.
- 27- Lima, LB, Vasconcelos CFB, Maranhão HML, Leite VR, Ferreira, PA, Andrade BA. et al. Acute and subacute toxicity of *Schinus terebinthifolius* bark extract. J. Ethnopharmacol. 2009.
- 28- Virgens LLG. Compostos fenólicos presentes nos frutos de Pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi - Anarcadiaceae) associados a atividade cardiovascular, antimicrobiana e antioxidante [Tese de doutorado] Campos dos Goytacazes: UENF. 2018.
- 29- Jardini FA. Atividade dos compostos fenólicos antioxidantes da romã (*Punica Granatum* L.) avaliação *in vivo* e em cultura de células [Tese Doutorado] São Paulo: USP. 2010.
- 30- Macedo N. Pimenta Rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) compostos presentes nos frutos e suas atividades antioxidante e antiinflamatória [Dissertação]. São Cristovão: UFS. 2018.
- 31- Soares, SE. Ácidos fenólicos como antioxidantes, Rev Nutr. 2002.
- 32- Taiz L, Zeiger E. Fisiologia Vegetal. Artmed. 2013.
- 33- Agati G, Azzarello E, Pollastri S, Tattini, M. Flavonoids as antioxidants in plants: Location and functional significance. Plant Sci. 2012.
- 34- Feureisen MM, Gamero BM, Zimmermann BF, Schieber A, Schulze KN. Pressurized liquid extraction of anthocyanins and biflavonoids from *Schinus terebinthifolius* Raddi: A multivariate optimization. Food Chem. 2017.
- 35- Y.M. Jiang, L.Z. Liang, T.Q. Gan, D. Li, G. Wang Phytochemistry and Bioactivities of Biflavonoids: A R. Inter. Conf. Bioinfor. and Biomed. Scienc. 2017.
- 36- Biblioteca Nacional de Medicina. Hinokiflavone. Biblioteca Nacional de Medicina. Centro Nacional de informações sobre biotecnologia. [s.d].
- 37- Shahidi, F., Ambigaipalan, P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects - A review. J. Funct. Foods. 2015.
- 38- Filipović M, Marković Z, Dorović J, Marković JD, Lučić B, Amić D. QSAR of the free radical scavenging potency of selected hydroxybenzoic acids and simple phenolics. Comptes. Rendus. Chim. 2015.
- 39- Sen S, De B, Devanna N, Chakraborty, R. Total phenolic, total flavonoid content, and antioxidant capacity of the leaves of *Meyna spinosa* Roxb., an Indian medicinal plant. Chin. J. Nat. Med. 2013.
- 40- Ordonez JA. Tecnologia de Alimentos. Artmed, 2005.
- 41- Simic MG, Javanovic SV. Inactivation of oxygen radicals by dietary phenolic compounds in anticarcinogenesis. Am Chemical Soc. 1994.
- 42- Ramalho VC, Jorge N. Antioxidants used in oils, fats and fatty foods. Quím Nova. 2006.

- 43- Tsalki E, Lagouri V, Doxastakis G. Evaluation of the antioxidant activity of lupin seed flour and derivatives (*Lupinus albus ssp. Graecus*). Food Chem. 1999.
- 44- Capelli S, Manica E, Hashimoto, JH. Importância dos aditivos na alimentação de cães e gatos: revisão. Pubvet. 2016.
- 45- Royal Canin. Nutrição e saúde animal [internet]. Royal Canin. [Acesso em 01 nov 2021]. Disponível em: < <http://www.royalcanin.com.br/> >
- 48- Silva, M. Importância dos antioxidantes para suínos e aves [internet] - Viçosa: Portal Agrop. [Acesso em 01 nov 2021]. Disponível em: <https://www.portalagropecuário.com.br/suinoicultura/importancia-dos-antioxidantes-para-suinos-e-aves>
- 47- Sannomya, M. Flavonoids and ulcerogenic activity from leaves extracts. J Ethnopharm. 2005.
- 48- Mottin, C. Aditivos naturais na produção de bovinos: Em busca de alimentos mais saudáveis [internet]. AgroLink. [Acesso em 30 out 2021] Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/aditivos-naturais-na-producao-de-bovinos--em-busca-de-alimentos-mais-saudaveis_407921.html

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-120>

Capítulo 120

ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS DE CADEIA LONGA: IMPACTO NO DESENVOLVIMENTO CEREBRAL E VISUAL

Mahyara Markievicz Mancio Kus-Yamashita¹; Jorge Mancini Filho²

¹Pesquisadora Científica - CALI - Instituto Adolfo Lutz; E-mail: mahyara.kus@ial.sp.gov.br, ²Professor Titular - FCF/USP. E-mail: j.mancini@usp.br

Resumo: A alimentação infantil sempre foi alvo de cuidados da família. Passando por uma mudança muito grande com o fornecimento de fórmula infantil para as crianças. Pesquisas demonstram que a prevalência da amamentação materna tem diminuído ao longo dos anos. Um dos nutrientes que deve estar presente na alimentação infantil é os ácidos graxos, que fornecem energia e ácidos graxos essenciais. A carência desses ácidos graxos podem causar deficiência em algumas funções do organismo e também prejudicar o desenvolvimento infantil, como da acuidade visual e cerebral. Portanto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da importância dos ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa no desenvolvimento infantil. O lactente não tem capacidade de sintetizar os ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa devido à imaturidade hepática. Os ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa são o araquidônico (ARA) e docosahexaenóico (DHA), estes são os principais componentes da membrana fosfolipídica das células do sistema nervoso central. Eles atuam sobre o crescimento, funcionalidade e integridade do cérebro. O DHA é fundamental para o desenvolvimento cerebral e visual do recém-nascido. Deste modo, a suplementação destes ácidos graxos é de extrema importância para o desenvolvimento infantil saudável.

Palavras-chave: acuidade visual; desenvolvimento cerebral; desenvolvimento infantil; suplemento alimentar; ômega 3.

INTRODUÇÃO

Historicamente, a preocupação com a saúde da criança se tornou evidente a partir do final do século XVIII, tornando-se um dos grandes objetivos da família. O desenvolvimento da medicina foi dos fatores que causou mudanças na alimentação infantil, com a introdução do uso do leite em pó. Tanto nos centros de saúde quanto nas maternidades, a prescrição de fórmula infantil passou a ocorrer de forma indiscriminada. Além disso, durante o século XX, a mulher passou por transformações importantes, deixando de ser mera reprodutora e cuidadora para assumir um papel na produção de renda familiar (1).

Pesquisa realizada em capitais brasileiras em 1999 indicou que mais da metade dos lactentes, até os seis meses, estava sendo alimentada com fórmula infantil ou outro tipo de leite (2). Estudo mais recente no Estado do Paraná, em 2017, demonstrou que mais de 70% dos bebês de 0 a 6 meses estavam sendo alimentados com fórmula infantil (3).

A importância dos ácidos graxos essenciais se justifica por serem componentes da membrana celular (especialmente de plaquetas, eritrócitos, neutrófilos, monócitos e hepatócitos) e por lhe conferirem fluidez e viscosidade específica permitindo a difusão de várias substâncias importantes para o metabolismo celular e imunológico. Já os ácidos graxos poli-insaturados atuam em diversos processos fisiológicos e metabólicos, além de serem importantes na nutrição infantil pelo seu rápido aumento no cérebro durante o primeiro ano de vida. Sintomas clássicos de deficiência de ácidos graxos essenciais são dermatites, retardo no crescimento e infertilidade (4).

O objetivo deste trabalho foi verificar a importância dos ácidos graxos poli-insaturados no desenvolvimento infantil relacionado a acuidade visual e cerebral.

ESSENCIALIDADE DE ÁCIDOS GRAXOS

Os ácidos graxos essenciais (AGE) compõem uma classe de moléculas que não podem ser geradas pelo organismo, devido à carência de enzimas dessaturases e hidrogenases, mas que são necessárias ao seu funcionamento. A ausência de tais nutrientes na dieta está associada a síndromes que podem levar à morte. Esses ácidos graxos, ou seja, o ácido linoléico (LA, ω -6) e ácido α -linolênico (ALA, ω -3), são sintetizados exclusivamente, pelo reino vegetal (4).

A essencialidade dos ácidos graxos ω -6 é conhecida desde a década de 1930, sua deficiência está associada a problemas dérmicos. Quanto aos AG ω -3, apenas após a década de 1980 descobriu-se sua necessidade na dieta, para evitar, principalmente distúrbios neurológicos e visuais (5).

Os ácidos graxos essenciais podem ser modificados pelos mamíferos, com alongamento da cadeia, inserção de insaturações e descarboxilação de pares da cadeia. Dessa forma, os ácidos graxos das famílias ω -3, ω -6 e ω -9 competem entre si, especialmente na etapa de dessaturação pela Δ -6 dessaturase. Em geral, as enzimas dessaturases apresentam maior afinidade para os substratos de maior insaturação. Outra competição dos ácidos graxos poli-insaturados é pelas enzimas alongases e acil transferases, envolvidas na formação dos fosfolipídios. A existência de tais competições interfere no metabolismo dos ácidos graxos essenciais. O excesso do LA pode reduzir a síntese de metabólitos do ALA, como o ácido eicosapentanoico (EPA, 20:5 ω -3). Os produtos do metabolismo (elongação e desaturação) dos ácidos graxos essenciais serão sempre da mesma família desses substratos. Portanto o EPA e o ácido docosahexaenóico (DHA, 22:6 ω -3) são produtos do metabolismo do ALA, assim como o ácido araquidônico (ARA, 20:4 ω -6) é o produto do metabolismo do LA (4), conforme esquema demonstrado na figura 1.

O ARA, EPA e DHA são precursores da síntese de eicosanóides. Os eicosanóides são produzidos nos tecidos, sendo responsáveis pela formação especificamente das

prostaglandinas que regula a contração muscular, resposta imune e tem ação na inflamação; das prostacinas, as quais inibem a agregação plaquetária; dos tromboxanos que favorecem a agregação plaquetária e dos leucotrienos que estão relacionados com a constrição e dilatação bronquial e vascular. Os eicosanóides produzidos pelos AG ω -6 são mediadores bioquímicos potentes envolvidos na inflamação, infecção, lesão tecidual, modulação do sistema imune e agregação plaquetária, por outro lados os da série ω -3 atuariam no processo anti-inflamatório e não inibiriam o sistema imune (6).

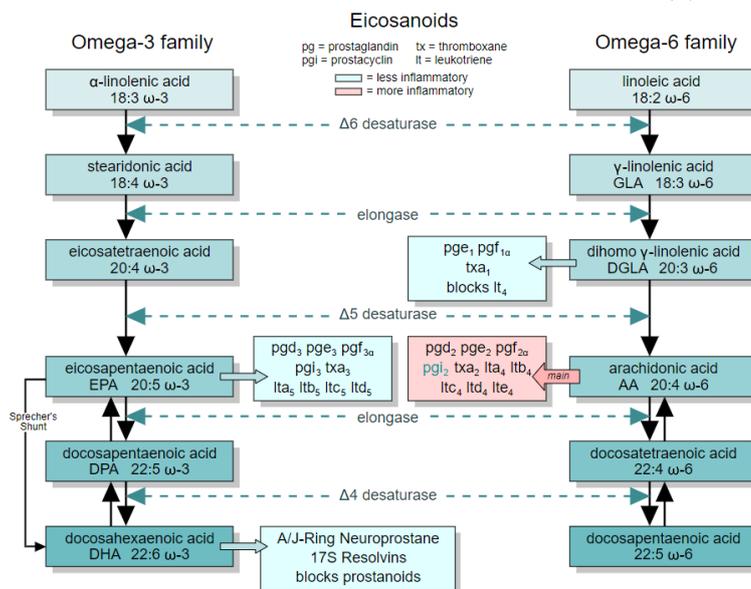


Figura 1 – Metabolismo das séries dos ácidos graxos ômega 3 e ômega6
Fonte: wikimedia commons contributors (7)

ÁCIDOS GRAXOS POLI-INSATURADOS DE CADEIA LONGA E ALIMENTAÇÃO INFANTIL.

Os ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (AGPI-CL), aqueles ácidos graxos poli-insaturados de 20-22 carbonos, possuem diversos papéis metabólicos e fisiológicos (8). Entretanto o lactente não tem a capacidade de sintetizar AGPI-CL através de seus precursores, devido à imaturidade hepática, tendo sua necessidade suprida pelo leite materno. O leite materno apresenta três vezes mais ARA e DHA que o leite de vaca, sendo que o segundo é insuficiente para atender as necessidades do lactente. Os AGPI-CL são essenciais em prematuros com pouca reserva lipídica; pela limitada reserva calórica, os mesmos deverão mobilizar parte desses ácidos graxos para atender suas necessidades quando o aporte exógeno for inadequado. Além disso, os prematuros têm um prejuízo nutricional, pois não recebem o suplemento intra-uterino de ARA e DHA da última fase gestacional. Isso poderá ocasionar transtornos, como crescimento inadequado, dermatites, aumento de susceptibilidade de infecções, entre outras (8,9).

ARA e DHA são os principais componentes da membrana fosfolipídica das células do sistema nervoso central. AGPI-CL são rapidamente absorvidos no cérebro durante o seu período de desenvolvimento, que compreende o último trimestre de

gravidez até aproximadamente 2 anos de idade; estes ácidos graxos atuam sobre o crescimento, funcionalidade e integridade do cérebro, portanto uma inadequada suplementação de micronutrientes essenciais nesse período pode comprometer a função cerebral durante a toda vida (10).

Os AGPI-CL desempenham um papel fundamental nas propriedades físicas das membranas neurais, tais como temperatura de transição, área por molécula e domínios laterais. Interações específicas de determinados lipídios com proteínas de membrana podem, por sua vez, afetar as funções de receptores, bem como as atividades enzimáticas, transdução de sinais e excitabilidade das membranas neurais (10).

O DHA é fundamental para o desenvolvimento cerebral e visual do recém-nascido, esta especificidade na sua utilização pelas membranas neurais pode estar relacionada com sua estrutura tridimensional, pois essa molécula tem uma conformação mais empacotada e espiralizada, o que pode ser relevante em sua esterificação aos fosfolipídios e nas interações entre lipídios e proteínas nas membranas neurais. Desta maneira, conferem a membrana uma grande fluidez, particularmente importante para esse tecido (11).

A deficiência de DHA pode alterar a composição das membranas sinápticas, afetando as funções dos receptores da membrana neural, canais iônicos e enzimáticos. As maiores modificações nas concentrações de DHA no cérebro são obtidas com dietas deficientes em ω -3 durante a gestação e nos primeiros estágios do desenvolvimento pós-natal (12).

Na retina, encontram-se elevadas concentrações de DHA, cerca de 22-33% do total de ácidos graxos adquiridos. ARA por sua vez está em maior quantidade no fosfatidilinositol e sua concentração diminui com o amadurecimento da retina. O DHA atua nas membranas dos cones e bastonetes, conferindo a fluidez necessária para que ocorra o processo de transdução do sinal luminoso (fotoexcitação da rodopsina) e sua conversão em sinal elétrico, que é posteriormente processado pelo cérebro. Portanto sugere-se que o DHA forneça condições mecânicas na conformação da rodopsina durante sua fotoativação (12,13).

A razão das séries ω -6 e ω -3 estimada para o período paleolítico era de 0,79 e nos anos 2000 alcançou 12, esse aumento deve-se ao alto consumo de ω -6, proveniente principalmente dos óleos vegetais. O balanço dessas séries é importante para a manutenção da saúde e desenvolvimento normal. Com o aumento do consumo de ω -6 nas dietas dos ocidentais, o produto do metabolismo do ARA, ou seja, os eicosanóides são formados em maiores quantidades que aqueles provenientes da série ω -3, particularmente do EPA. Os eicosanóides do ARA são biologicamente ativados em pequenas quantidades; se eles forem formados em grandes proporções, contribuem para a formação de trombos e ateromas, desordens inflamatórias e alérgicas e proliferação celular. A proporção de ω -6 e ω -3 deve ser mantida em 5:1, para propiciar o equilíbrio dos eicosanóides e a formação de neurotransmissores e prostaglandinas, fatores vitais para manter a função cerebral normal. No caso de lactentes a razão deve ser entre 5:1 a 15:1(14).

Embora o maior acúmulo de AGPI-CL ocorra no período pré-natal, durante o pós-natal o acúmulo também é acentuado, que se dá principalmente através da amamentação.

A quantidade de DHA presente no leite materno varia entre 0,1 a 1,4% do total dos ácidos graxos. Isso depende da dieta da mãe, sendo maior em regiões com alto consumo de pescados. Apesar da proporção de ARA e DHA no leite materno ser pequena, a quantidade total desses ácidos graxos recebidos pela criança através do leite materno é grande, uma vez que o leite humano possui uma boa biodisponibilidade desses ácidos graxos quando comparados as fórmulas infantis (11).

A composição do leite de mulheres ocidentais apresentou teores entre 10 – 17% de ω -6; 0,8 – 1,4% de ω -3; 0,3 – 0,7% de ARA e 0,1 – 0,5% de DHA. No Japão as concentrações ficaram em torno de 1,1% de DHA e 1,0% de ARA, enquanto na China 2,8% de DHA. Este fato pode ser explicado pela alta ingestão de peixe e frutos do mar destas populações. Na Austrália e no Canadá foi observado um declínio no conteúdo de DHA no leite humano, provavelmente pelo baixo consumo de alimentos fontes de DHA e ARA. Fu et al demonstraram em uma revisão, realizada em diversos países que a média de DHA e ARA no leite materno foi de 0,34% e 0,55%, respectivamente. Os maiores valores para DHA foram observados na Malásia, Tanzânia e no Japão, quanto ao ARA foram na Bolívia, Irã e Suécia. A quantidade de ácido graxo no leite materno vai depender além da dieta, da variação biológica individual, idade gestacional e quadro patológico (15,16).

Crianças alimentadas com leite materno possuem mais DHA e menos ARA do que aquelas que recebem alimentação baseada em leite de vaca. A quantidade de AGPI na fórmula infantil é menor do que as concentrações encontradas no leite materno (3).

A melhor forma de assegurar a oferta de AGPI-CL para o lactente é através do leite materno, porém quando a prática da amamentação é impossibilitada, o uso de fórmula infantil aparece como uma alternativa para a alimentação do bebê. Apesar do avanço no processo tecnológico, as fórmulas infantis ainda apresentam grandes diferenças na composição quando comparadas ao leite materno. Com o intuito de estreitar essa diferença a partir de 2002, nos Estados Unidos, as fórmulas infantis estão sendo suplementadas com AGPI-CL. No Brasil, as fórmulas infantis começaram a ser comercializadas com AGPI-CL no início de 2008 (11).

CONCLUSÕES

A suplementação dos ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa é importante, uma vez que estes são essenciais no desenvolvimento cerebral e visual infantil, além de serem precursores de mediadores bioquímicos que regulam diversos processos metabólicos e fisiológicos no organismo.

REFERÊNCIAS

1. Monteiro R. Norma brasileira de comercialização de alimentos para lactentes e crianças de primeira infância: histórico, limitações e perspectivas. Rev Panam Salud Publ. 2006; 19(5): 258-271.

2. Araújo MFM, Fiacco AD, Pimental LS, Schmitz BAS. Custo e economia da prática do aleitamento materno para a família. *Rev Bras Saud Matern Infan.* 2004; 4(2):145-155.
3. Saldan PC, Venancio SI, Saldiva SRDM, Vieira DG, Mello DFD. Consumo de leites em menores de um ano de idade e variáveis associadas ao consumo de leite não materno. *Rev Paul Pediatr.* 2017;35:407-414.
4. Demmelmair H, Koletzko B. Lipids in human milk. *Best Pract Res Clin Endocrinol. Metab.* 2018;32(1):57-68.
5. Pompéia C. Essencialidade dos Ácidos Graxos. In: Curi R, Pompéia C, Miyasaka CK, Procópio J. editors. *Entendendo a gordura: os ácidos graxos.* São Paulo: Manoli; 2002. p.25-32.
6. Miles EA, Childs CE, Calder PC. Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids (LCPUFAs) and the Developing Immune System: A Narrative Review. *Nutrients.* 2021;13:247.
7. Wikimedia Commons contributors. File:EFA to Eicosanoids-deutsch.svg [Internet]. Wikimedia Commons, the free media repository; 2020 Sep 25, 18:12 UTC [cited 2021 Dec 28]. Available from: https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:EFA_to_Eicosanoids-deutsch.svg&oldid=471177259.
8. Kus-Yamashita MMM, Mancini-Filho J. Ácidos graxos. In: *Série de publicações ILSI Brasil: Funções plenamente reconhecidas de nutrientes.* São Paulo: Ilsi Brasil; 2017.
9. Koletzko B, Sauerwald U, Keicher U, Saule H, Wawatschuk S, Böhles H *et al.* Fatty acid profiles, antioxidant status, and growth of preterm infants fed diets without or with long-chain polyunsaturated fatty acids. *Eur J Clin Nutr.* 2003; 42: 243-253.
10. McNamara RK, Asch RH. Essentiality of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids for Mammalian Brain Development: A Translational Perspective. In: Watson RR, Prreedy VR. editors. *Omega Fatty Acids in Brain and Neurological Health.* Londres: Academic Press; 2019;3-20.
11. Silva DRB, Miranda-Júnior PF, Soares EA. A importância dos ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa na gestação e lactação. *Rev Bras Saud Matern Infan.* 2007;7(2):123-133.
12. Freitas JJS, Kietzer KS. Ácidos graxos e Sistema Nervoso. In: Curi R, Pompéia C, Miyasaka CK, Procópio J. editors. *Entendendo a gordura: os ácidos graxos.* São Paulo: Manoli; 2002. p.467-488.
13. Djuricic I, Calder PC. Beneficial outcomes of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids on human health: An update for 2021. *Nutrients.* 2021;13(7):2421.
14. Simopoulos A P, Serhan CN, Bazinet RP. The need for precision nutrition, genetic variation and resolution in Covid-19 patients. *Mol Asp Med.* 2021:100943.
15. Fu Y, Liu X, Zhou B, Jiang AC, Chai L. An updated review of worldwide levels of docosahexaenoic and arachidonic acid in human breast milk by region. *Public Health Nutr.* 2016;19(15):2675-87.
16. Agostoni C, Brunetti I, Di Marco A. Polyunsaturated fatty acids in human milk and neurological development in breastfed infants. *Curr Pediatr Reviews.* 2005; 1:25-30.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-121>

Capítulo 121

PERCEPÇÃO SOBRE ALIMENTAÇÃO SAUDÁVEL E MACRONUTRIENTES POR IDOSOS EM ÁREA RURAL DE SOLÂNEA – PB

Jaqueline Medeiros da Costa¹, Iany Louise de Medeiros², Maria das Graças Diniz Alves³,
Karolaine da Silva Freitas⁴, Leticia Emanuelle do Nascimento Brito⁵, Maria Antônia Evaristo de
Souza Simões⁶, Tamires Alcântara Dourado Gomes Machado⁷

¹ Estudante do curso de Nutrição – CES – UFCG; E-mail: jaquelinemedeiros.costa@gmail.com

² Estudante do curso de Nutrição – CES – UFCG; E-mail: ianylouise43@gmail.com

³ Estudante do curso de Nutrição – CES – UFCG; E-mail: gracadiniz051@gmail.com

⁴ Estudante do curso de Nutrição – CES – UFCG; E-mail: karolfreitas293@gmail.com

⁵ Estudante do curso de Nutrição – CES – UFCG; E-mail: mariaantoniasimoes@gmail.com

⁶ Estudante do curso de Nutrição – CES – UFCG; E-mail: leticiabrito.lb.lb@gmail.com

⁷ Docente do Curso de Nutrição – CES – UFCG; E-mail: tamiresadgm@gmail.com

Resumo: O envelhecimento é um processo natural, marcado por mudanças biopsicossociais relacionadas à passagem do tempo. O objetivo do trabalho foi avaliar a percepção de idosos sobre macronutrientes e alimentos saudáveis na área rural do município de Solânea-PB. A metodologia empregada foi quantitativa e qualitativa e os dados foram coletados por meio de entrevista semiestruturada contendo questões a respeito do conhecimento sobre os macronutrientes e o conceito de alimento saudável. Com relação à idade, 55% tinham entre 60 e 69 anos. Quanto à escolaridade, prevaleceu o Ensino Fundamental incompleto (60%). A respeito da profissão, 100% dos idosos citaram ser agricultores. Relativo ao conceito de alimento saudável, a grande maioria dos idosos elencaram alguns alimentos produzidos por eles, como feijão, milho, verduras e frutas. Com relação ao conceito de carboidratos, 100% dos idosos entrevistados afirmaram não saber ou nunca terem escutado o termo. Já quando questionados sobre o termo açúcar, todos afirmaram saber o que é, destacando-se a resposta: “O açúcar que se coloca no café”. Para o conceito de lipídio, nenhum dos idosos entrevistados tinham conhecimento ou souberam definir esse termo, não fazendo associação com seu homônimo, gordura, onde 100% afirmaram saber o que é, associando a mesma a “gordura de boi”. Quando perguntamos a respeito do termo proteína, 70% dos idosos entrevistados não tinham nenhum conhecimento sobre ele. Para os idosos pesquisados, alimento saudável é aquele produzido no campo por si mesmos, porém, cada vez mais informações rígidas e arcaicas vêm crescendo nessa população.

Palavras-chave: conhecimento nutricional; envelhecimento; rural

INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional tem sido vivenciado pela maioria das sociedades e projeções indicam que em 2050 existirão cerca de dois bilhões de idosos no mundo, uma em cada seis pessoas terá mais de 65 anos. A maior parte dessa população estará vivendo em países em desenvolvimento (1). No Brasil, de acordo com a Lei nº 10.741/03, são considerados idosos aqueles indivíduos que possuem sessenta anos ou mais (2).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (3), a população idosa rural do Brasil está aumentando, em 2006, ano em que foi realizado o último censo rural, indivíduos com mais de 65 anos representavam 17,52% da população, essa taxa aumentou para 21,4% em 2018. O meio rural ainda atrai os idosos, muitas vezes devido ao apego à terra, às questões culturais e à identificação com as atividades agrícolas, onde 46,9% da população idosa permanece trabalhando após a aposentadoria (4,5).

O envelhecimento é um processo natural, marcado por mudanças biopsicossociais relacionadas à passagem do tempo. Este processo varia entre os indivíduos, podendo estar relacionado a determinantes genéticos, bem como sofrer influências relacionadas ao estilo de vida, às características ambientais e à situação nutricional de cada um, além disso também pode predispor a uma maior facilidade de ocorrência de processos patológicos (6).

Pode-se considerar uma alimentação saudável aquela que contenha todos os grupos alimentares em suas devidas proporções baseada em práticas alimentares que respeitem a cultura e a sociedade em que os indivíduos estão inseridos (7). A pouco tempo atrás se dava muita atenção aos nutrientes e o papel que ele iria desempenhar isoladamente, porém o comer é uma atitude natural, não é algo consciente quando se trata dos aspectos nutricionais dos alimentos, já que nem todos conhecem a composição alimentar ou pensam sobre esta questão ao realizarem suas refeições (8), destacando uma maior relevância para a comensalidade.

O Guia Alimentar para a População Brasileira enfatiza tais aspectos citados e propõe que os alimentos *in natura* ou minimamente processados, majoritariamente de origem vegetal, constituam a base da alimentação, bem como, estimula o consumo de alimentos orgânicos e provenientes da agricultura familiar (9).

A alimentação saudável é marcada pela diversidade das práticas alimentares de cada pessoa, mostrando-se indispensável em todas as etapas da vida. Não obstante, é de extrema relevância no envelhecimento, tendo em vista que o mesmo pode representar um maior impacto sobre a saúde e qualidade de vida dos indivíduos. Embora, o processo de envelhecimento não esteja totalmente relacionado à origem de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), percebe-se que há uma maior incidência destas em idosos, sendo as principais, a hipertensão arterial, diabetes e dislipidemia, patologias que podem estar diretamente relacionadas a uma alimentação inadequada (10, 11).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a percepção de idosos sobre macronutrientes e alimentos saudáveis em área rural do município de Solânea-PB.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de pesquisa quantitativa e qualitativa do tipo descritiva. A mesma foi realizada no Sítio Açude Velho, área rural do Município de Solânea, que se encontra no Agreste Paraibano, com uma população composta por 26.693 habitantes,

onde 28% corresponde a população rural (12). A mesma foi realizada entre os dias 21 e 24 de junho de 2019, através de visitas não programadas a residências de todos os 27 idosos (pessoas com 60 anos de idade ou mais) da localidade em questão, a amostra foi constituída por 20 indivíduos de ambos os sexos. Os dados foram coletados por meio de entrevista semiestruturada contendo questões objetivas e subjetivas a respeito do conhecimento sobre os macronutrientes e o conceito de alimento saudável. Com relação às questões objetivas, incluíam: idade, sexo, estado civil e escolaridade. Já entre as subjetivas, temos: “O que é um alimento saudável?”, “O que é carboidrato?”, “O que é açúcar?”, “O que é lipídeo?”, “O que é gordura?” e “O que é proteína?”. As entrevistas foram realizadas preferencialmente em ambiente tranquilo e livre de interrupções. As perguntas foram dirigidas ao respondente de forma oral, presencial, sendo as respostas assinaladas apenas no questionário do entrevistador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população idosa rural no Brasil foi estimada em 15,7% contra os 84,3% da zona urbana. Assim, a velhice no contexto rural brasileiro é uma temática pouco estudada, porém com ampla relevância para a sociedade tendo em vista a importância cada vez maior do impacto que a urbanização acarreta ao meio-ambiente. Deve-se reconhecer o papel desses idosos no fortalecimento da agricultura familiar e relevância desta na adoção de práticas sustentáveis que propiciam menor impacto ambiental ao espaço onde se encontram, promovendo a preservação da biodiversidade. (4,13).

Foram convidados a participar, os 27 idosos residentes no Sítio Açude Velho, município de Solânea-PB: 7 recusaram e 20 responderam às questões. Como podemos verificar na Tabela 1, 55% deles tinham entre 60 e 69 anos, enquanto 45% tinham entre 70 e 79 anos. Já com relação ao sexo, vemos que eram em sua maioria composta por mulheres (60%) esse resultado condiz com o encontrado por outros pesquisadores (14) que estudando o envelhecimento e qualidade de vida de idosos residentes da zona rural verificou que 70,3% dos pesquisados eram do sexo feminino; 65% relataram serem casados, inferior ao encontrado por um estudo com idosos na área rural do sul do Brasil (15) que era de 78,64%. Para o nível de escolaridade do idoso nordestino, encontra-se que mais da metade da população é desprovida de instrução (16). Quanto à escolaridade dos idosos, prevaleceu o Ensino Fundamental um incompleto (60%) seguido de analfabetismo (30%). Quanto à profissão, 20 (100%) dos idosos citaram a prática da agricultura como profissão, embora todos os pesquisados sejam aposentados, recebendo benefício previdenciário. Percebendo-se ser um costume normal entre a população rural idosa, a permanência no trabalho mesmo após a aposentadoria. Os motivos que levam os agricultores a permanecerem trabalhando após a aposentadoria inclui a necessidade de melhorar a renda, porém também apresenta relação com o negacionismo à velhice e manutenção da independência (13).

Variáveis	Categorias	Nº	(%)
Idade (anos)	60-69	11	55
	70-79	9	45

Tabela 1. Idosos Sítio Açude município de

Sexo	Masculino	8	40	Perfil dos (N=20) do Velho no Solânea-PB.
	Feminino	12	60	
Estado civil	Solteiro	2	10	
	Casado	13	65	
	Separado	1	5	
	Viúvo	4	20	
Escolaridade	Analfabetismo	6	30	
	Ens. Fund. 1 incompleto	12	60	
	Ens. Fund. 2 incompleto	2	10	

Fonte: Autores, 2019.

Com relação ao conceito de alimento saudável, a grande maioria dos idosos entrevistados elencaram alguns alimentos produzidos por eles mesmos, como feijão, milho, batata, verduras e frutas. Algumas respostas merecem destaque, entre elas: “É uma comida que não ofende a pessoa”, “Uma comida saudável, não tem veneno”, “...criação de casa”, “É esse que colhe no roçado”, “É isso que não tem hoje, aquele alimento que a gente usa do próprio trabalho”, “O que vem da agricultura é saudável”. Destacando que para todos os idosos, alimento saudável é aquele proveniente da agricultura familiar, plantado e colhido por eles. O que é algo extremamente positivo e relevante, considerando que os alimentos provenientes da agricultura familiar são, de fato, considerados saudáveis. A agricultura familiar promove a redução do impacto sobre os recursos naturais e a biodiversidade e favorece formas solidárias de viver e produzir alimentos, garantindo a produção de alimentos saudáveis (9).

Entre as diversas enfermidades que acometem a população idosa, muitas estão diretamente relacionadas com problemas multifatoriais, associados aos efeitos de múltiplos genes em combinação com estilo de vida, alimentação e fatores ambientais (17).

Com relação ao conceito de carboidratos, 100% dos idosos entrevistados afirmaram não saber ou nunca terem escutado o termo. Já quando questionou-se sobre o termo açúcar, todos afirmaram saber o que é, destacando-se as respostas: “O açúcar que coloca no café”, “Que conheço é essa que usa para o café”, evidenciando-se que 25% dos idosos afirmaram que açúcar é aquele proveniente da cana de açúcar e 35% afirmaram que é algo ruim, pois “dá diabetes”, essa é uma informação deturpada, destacando que o conhecimento que chega a esses idosos é de baixa qualidade, uma vez que os fatores de

risco para o diabetes mellitus envolvem aspectos genéticos, étnicos e aumento da idade (18). Além disso, outros pesquisadores (19) perceberam que em países onde existe uma grande preocupação e alto conhecimento sobre os aspectos nutricionais dos alimentos exibem um aumento de práticas alimentares não saudáveis, como o alto consumo de ultraprocessados, bem como as taxas de obesidade e doenças cardiovasculares são maiores do que nos países em que o foco é no prazer e na comensalidade, bem conhecido como o “paradoxo Francês”.

Outras respostas de destaque incluem: “às vezes faz mal, mas é gostoso”, “É muito conhecida, nem para todo mundo é saudável”, “Açúcar é um alimento bom se souber usar, dá diabete”.

Para o conceito de lipídio, nenhum dos idosos entrevistados tinham conhecimento ou souberam definir esse termo, não fazendo associação com seu homônimo, gordura, onde 100% afirmaram saber o que é, associando a mesma a “gordura de boi”, “vem de vários sentidos, vem dos animais, gordura da soja, milho também tem, tem no leite”, “gordura que dá em gente”, “Boa para se comer...mas é ruim para a saúde, porque ofende”, “É comida que se não comer é bom para a saúde”, “gordura não é boa coisa”, “causa colesterol, entope as veias”. A partir das respostas obtidas é possível perceber que os idosos da pesquisa fazem uma associação negativa com o consumo de gorduras e saúde, bem como não associam a sua presença em frutas.

Quando questionados sobre os termos colesterol e triglicerídeos, 19 (95%) dos entrevistados afirmaram ser uma doença, para ambos os termos, com destaque para algumas respostas sobre o termo colesterol: “É no sangue, gordura na veia”, “É ruim né, se é uma doença?” “Gordura no fígado, no coração”, “Doença que faz exame”; já para os triglicerídeos: “é ruim, pois nenhuma doença é boa”, “dá de comida oleosa, é massa no sangue”, “É uma doença, dele começa diabetes e colesterol”, “É um problema que a gente tem”, “Não deu no exame”. Essas questões merecem destaque devido à quase total ausência de conhecimento por parte dos idosos sobre a presença desses nutrientes - essenciais ao metabolismo humano normal - em alimentos existindo uma associação somente com doenças causadas pelo excesso destes no organismo.

Quando perguntamos a respeito do termo proteína 70% dos idosos entrevistados não tinham nenhum conhecimento sobre ele, já dos 30% que afirmaram conhecê-lo, ao responderem do que se tratava, todos fizeram associação com o suplemento alimentar vitamina; com destaque para as respostas: “É remédio”, “Tomar remédio, vitamina”, “É forte, é saudável, “Protege o organismo”.

Essas respostas são preocupantes pois podem levar a acontecer o que é visto no estudo que analisa as atitudes alimentares de franceses, belgas, estadunidenses e japoneses, onde os pesquisadores destacaram que embora os estadunidenses tenham maior conhecimento com relação aos aspectos nutricionais dos alimentos, isso não refletiu em melhores condições de saúde, mas sim que valorização da culinária, moderação e alta qualidade alimentar aparentam refletir positivamente na saúde (19).

Muitos estadunidenses acreditam que o consumo de gorduras em níveis de traços regulares é prejudicial para a saúde, ao contrário da França, onde há uma alta ingestão de gorduras. Porém, quando se analisa as taxas de doenças cardiovasculares, nota-se que sua ocorrência é muito maior nos EUA quando comparados com a França. As atitudes em relação à comida na França são muito diferentes daquelas nos EUA, onde na maioria das vezes, se destaca mais como uma fonte de preocupação (com peso e dieta) e estresse do que de prazer, o que de certo modo pode contribuir para a piora da saúde geral dos indivíduos, afetando os sistemas cardiovascular e imunológico (19).

Para o IBGE (20) como consequência natural do processo de envelhecimento da população ocorreu também um aumento no número de doenças crônicas não transmissíveis na população idosa, 75% têm pelo menos uma doença crônica e 64% duas ou mais, destacando-se a importância de uma dieta equilibrada e diversificada. A comensalidade, a ligação entre alimentos e questões morais, a socialidade e o desfrutar dos alimentos se destacam como questões mais importantes na manutenção da saúde do que o conhecimento sobre alimentos e nutrição.

CONCLUSÕES

Para os idosos pesquisados, alimento saudável é aquele produzido no campo por si mesmos, porém, cada vez mais algumas informações rígidas e arcaicas vêm crescendo nessa população e podem contribuir no desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, comuns na população idosa. Sendo necessário atuações por parte dos governos por meio de ações através dos profissionais nutricionistas que fazem parte do Núcleo de Apoio à Saúde da Família para promover campanhas com estímulo a manutenção e propagação das práticas culinárias tradicionais, ainda minimizar as informações equivocadas e exageradas sobre os nutrientes presentes nos alimentos junto a esses idosos.

REFERÊNCIAS

1. ONU - Organização das Nações Unidas [Internet]. 2018 [acesso em 2021 Mai 21]. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/pessoas-idosas/>.
2. Brasil. Lei nº 10.741/03, de 1º de outubro de 2003. Estatuto do Idoso; Lei do Idoso. Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências [Internet]. [acesso em 2019 Jun 21]. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.741.htm.
3. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sem renovação, população rural brasileira envelhece [Internet]. 2018 [acesso em 2021 Mai 21]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34653595/sem-renovacao-populacao-rural-brasileira-envelhece>.
4. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira [Internet]. Rio de Janeiro IBGE; 2018. (Serie Estudos e Pesquisas: Informação Demográfica e Socioeconômica, n. 32) [acesso em 2021 Mai 21]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101629.pdf>.
5. Wanderley MNB. A emergência de uma nova ruralidade nas sociedades modernas avançadas - o - rural como espaço singular e ator coletivo. Est Soci Agri [Internet]. 2013 [acesso em 2021 Mai 31]; 15:87-145. Disponível em: <https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/178/174>.

6. Ávila AH, Guerra M, Meneses MPR. Se o velho é o outro, quem sou eu? A construção da auto-imagem na velhice. *Pensamiento Psicológico* [Internet]. 2007 [acesso em 2021 Mai 31]; 3 (8): 7-18. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80130802>.
7. Ministério da Saúde (BR). Biblioteca Virtual e saúde. Alimentação saudável [Internet]. Brasília; 2015 [acesso em 2021 Mai 21]. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/dicas-em-saude/414-alimentacao-saudavel>.
8. García JL. Antropología de la alimentación: perspectivas, desorientación contemporánea y agenda de futuro. In: Garrido Aranda A. *Comida y cultura: nuevos estudios de cultura alimentaria*. Córdoba: Universidad de Córdoba [Internet]. 2009 [acesso em 2021 Mai 31] 25-61. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3281603>. Acesso em: 31 maio 2021.
9. Ministério da Saúde (BR). Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável [Internet]. 2014 [acesso em 2021 Jun 9]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf.
10. Barbosa M. A importância da alimentação saudável ao longo da vida refletindo na saúde do idoso [especialização] Rio Grande do Sul: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul; 2012.
11. Silva JVF, Silva EC, Rodrigues APRA, Miyazawa AP. A relação entre o envelhecimento populacional e as doenças crônicas não transmissíveis: sério desafio de saúde pública. *CBioS* [Internet]. 2015 [acesso em 2021 Jun 9];2(3):91-100. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsbiosauade/article/view/2079>.
12. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico [Internet]. 2010 [acesso em 2021 Jun 9]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/solanea/panorama>.
13. Alcântara AO, Duarte AGA, Frota MHP. Velhice e espaço rural: (re)desenhos dos discursos. *Revista Kairos Gerontologia* [Internet]. 2015 [acesso em 2019 Mai 31]; 18(2):209-26. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/kairos/article/view/26998>.
14. Garbaccio JL, Tonaco LAB, Estêvão WG, Barcelos BJ. Aging and quality of life of elderly people in rural areas. *Rev Bras Enf* [Internet]. 2018 [acesso em 2021 Jun 1]; 71(2):776-84. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/pC3sjdGyJnPbyC9PXygQRrF/?lang=en#>.
15. Schroeder FMM, Mendoza-Sassi RA, Meucci RD. Condição de saúde bucal e utilização de serviços odontológicos entre idosos em área rural no sul do Brasil.

- Cienc Saúde Coletiva [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Jun 1]; 25(6):2093-102. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/wzbYR5sTqsHNYMgvrkbfmZb/?lang=pt>.
16. Alcântara AO. Envelhecer no contexto rural: a vida depois do aposento. In: Alcântara AO, Camarano AA, Giacomini KC. Política nacional do idoso: velhas e novas questões. [Internet]. Rio de Janeiro: Ipea, 2016 [acesso em 2021 Jun 1] 323-42. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9098/1/Envelhecer.pdf>.
 17. Schmidt MI, Duncan BB, Silva GA, Menezes AM, Monteiro CA, Barreto SM. Doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: carga e desafio atual. The Lancet [Internet]. 2011 [acesso em 2021 Mai 31]; 61-74. Disponível em: https://www.idec.org.br/pdf/schmidtetal_lancet2011.pdf.
 18. Marinho NBP, Vasconcelos HCA, Alencar AMPG, Almeida PC, Damasceno MMC. Risco para diabetes mellitus tipo 2 e fatores associados. Acta Paul Enfer. [Internet]. 2013 [acesso em 2021 Mai 31]; 26 (6):569-74. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ape/a/3T68t9zwFD6KVZmK7JjdRYJ/abstract/?lang=pt>.
 19. Rozin P, Fischler C, Imada S, Sarubin A, Wrzesniewski A. Attitudes to food and the role of food in life in the U.S.A., Japan, Flemish Belgium and France: possible implications for the diet-health debate. Appetite [Internet]. 1999 [acesso em 2021 Mai 31]; 33(2):163-80. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10502362/>.
 20. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sobre a condição de saúde dos idosos: indicadores selecionados Indicadores sociodemográficos e de saúde no Brasil [Internet]. Rio de Janeiro, n.25, 2009. (Série de Estudos e Pesquisas Informação Demográfica e Socioeconômica.) [acesso em 2021 Mai 21]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101629.pdf>.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-122>

Capítulo 122

COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS ENTRE CHÁ MATE E CHÁ PRETO COMERCIAIS

Maiara Zanoelo¹; Marcelo Luis Kuhn Marchioro¹, Mario Antônio Alves da Cunha², Edimir Andrade Pereira²

¹Estudante do Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Pato Branco – PPGTP/UTFPR; maiarazanoelo@alunos.utfpr.edu.br. ² Docente/pesquisador do Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Pato Branco – PPGTP/UTFPR. edimir@utfpr.edu.br.

Resumo: Chá mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) e chá preto (*Camellia sinensis* L. Kuntze) possuem diversas substâncias orgânicas bioativas, com propriedades antioxidantes, entre elas diversos polifenóis, e seu consumo traz benefícios para saúde. Por meio deste estudo, analisou-se o teor de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante em cinco amostras de produtos, denominados pelas siglas A1, A2 e A3 (chá mate) e A4 e A5 (chá preto) comercializados na cidade de Pato Branco-PR. O Teor de Compostos Fenólicos Totais (CFT) foi quantificado, e a capacidade antioxidante foi avaliada a partir dos métodos de inibição do radical ABTS, sequestro do radical DPPH, redução do íon férrico (FRAP) e da capacidade antioxidante total (CAOT). O conteúdo de CFT variou de 83,04 a 46,63 mg GAE.g⁻¹; a concentração de ABTS variou de 1,11 a 0,43 µmol TEAC.g⁻¹; de DPPH variou de 0,49 a 0,27 µmol de Trolox.g⁻¹; de FRAP variou de 6508,41 a 4335,72 FeSO₄.g⁻¹ e de CAOT variou de 149,66 a 123,88 mg EAAS.g⁻¹. Observou-se que a amostra A5, de chá preto, apresentou os maiores valores de teor de compostos fenólicos totais e maior atividade antioxidante, e que a amostra A3, de chá mate, apresentou os menores valores. Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a mesma espécie vegetal pode apresentar diferentes atividades biológicas, quando são obtidas de diferentes marcas comerciais de chás.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis* St. Hill; *Camellia sinensis* L. Kuntze; Capacidade Antioxidante Total

INTRODUÇÃO

Ilex paraguariensis é uma planta nativa das regiões de mata de Araucária e matas subtropicais, em regiões da Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai (1). Quando colhida, passa por determinados processos para a formação do chá mate; estes são o sapeco (retirada da umidade superficial), secagem (retirada da umidade) e cancheamento (trituração) (2) e torrefação para desenvolvimento de cor e aroma (3).

Camellia sinensis cresce naturalmente na China, Tibete e norte da Índia (4), apesar de ser cultivada em mais de 30 países tropicais e subtropicais, tendo grande importância econômica e social (5). Vários chás são produzidos a partir de *C. sinensis*, sendo que se diferem no processamento da planta (4). O chá preto deriva das folhas fermentadas, chá oolong das folhas semi fermentadas e chá verde de folhas não fermentadas (6).

Compostos fenólicos são antioxidantes naturais formados em condições de estresse no metabolismo secundário das plantas, interrompendo os radicais livres e prevenindo a autoxidação (7). No organismo humano, é necessária certa quantidade de antioxidantes externos para balancear os radicais livres (8), e ambas as plantas são consideradas fontes desses compostos.

Na *I. paraguariensis*, são encontrados ácidos fenólicos, que correspondem a cerca de 90% do total dos compostos fenólicos dela, com destaque para os ácidos 3-cafeiolquínico, 4-cafeiolquínico, 5-cafeiolquínico, ρ -cumárico, cafeico, ferulico e sinapínico. Também são encontrados flavonoides, correspondendo a cerca de 10% do total de polifenóis, tendo destaque para rutina, quercetina e canferol, sendo a rutina representa aproximadamente 80% da quantidade total de flavonoides (9). Também é fonte de cafeína, que corresponde entre 1 e 2% da base seca, e de teobromina, outra metilxantina (10).

Na *C. sinensis*, em forma de chá verde, são encontradas catequinas, flavonoides, flavonas, ácidos fenólicos e glicosídeos, que correspondem entre 10 e 30% do peso da folha seca (11). As principais catequinas encontradas são galato-epigalocatequina, epigalocatequina e epicatequina (8). Quando há a fermentação para produção do chá preto, as catequinas são oxidadas de maneira enzimática, o que gera uma mistura bastante complexa de polifenóis, com teaflavinas, teasinensinas e tearubiginas (6), produzidas a partir das catequinas presentes (5); o chá preto tem entre 2-6% de teaflavinas e mais de 20% de tearubiginas (12). Também é fonte de cafeína, sendo que as metilxantinas correspondem de 8 a 11% da massa seca (5).

Esta pesquisa teve como objetivo analisar e comparar o teor de compostos fenólicos totais e de atividade antioxidante de chás comerciais de duas variedades de plantas (*I. paraguariensis* e *C. sinensis*) em cinco marcas disponíveis no mercado de Pato Branco.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas amostras de chá mate e preto, adquiridas em dois supermercados da cidade de Pato Branco, PR. descritas na Tabela 22. Os chás foram preparados de acordo com o indicado pelo fabricante (2,5 g para 100 mL), utilizando água em temperatura de ebulição, e mantidas em infusão por alguns minutos, seguido de filtração e ajuste para a concentração de 1000 ppm. Quando necessário, foram diluídas novamente, e armazenadas no escuro, em geladeira. Todos os extratos foram preparados em triplicata.

Tabela 22 – Amostras e suas características.

Amostra	Características
A1	Chá mate maturado (<i>Ilex paraguariensis</i>).

A2	Chá mate tostado (<i>I. paraguariensis</i>).
A3	Chá mate tostado (<i>I. paraguariensis</i>).
A4	Chá preto em cápsula (<i>Camellia sinensis</i> L. Kuntze).
A5	Chá preto (<i>Camellia sinensis</i> L. Kuntze).

Teor de Compostos Fenólicos Totais (CFT)

A determinação de compostos fenólicos foi realizada conforme o método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, descrito por Singleton et al. (1999) (13). Uma alíquota de 0,5 mL de cada extrato foi transferida para tubos de ensaio, seguida de 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu (10%). Após 5 minutos de repouso da amostra, adicionou-se 2,0 mL de solução de Na₂CO₃ (40 g·L⁻¹). As soluções foram conservadas ao abrigo da luz e temperatura ambiente por 2 horas, e então realizada a leitura de absorbância em 740 nm. O padrão de referência utilizado foi ácido gálico, a partir do qual foi construída uma curva de calibração nas concentrações de 100,0; 75,0; 50,0; 25,0; 10,0 e 5,0 mg·L⁻¹.

Método de Inibição do Radical ABTS

A capacidade de sequestro do radical ABTS^{•+} foi realizada de acordo com o método descrito por Rufino et al. (2007) (14). O radical ABTS^{•+} foi gerado a partir da reação de 5 mL da solução aquosa ABTS (7 mM) com 88 µL de persulfato de potássio (140mM), mantida ao abrigo da luz por 16 horas. Após isso, a solução foi diluída em etanol P.A. até a absorbância de 700 ± 0,05 em 734 nm. Em um tubo de ensaio, uma alíquota de 30 µL de extrato aquoso foi adicionada a 3,0 mL da solução de ABTS^{•+}, homogeneizada manualmente e deixada em local escuro por 6 minutos, para posterior leitura no espectrofotômetro com absorbância em 734 nm. Como branco foi utilizado etanol P.A.

A curva padrão de Trolox foi construída nas concentrações de 0,77; 0,66; 0,55; 0,44; 0,33; 0,22; 0,10 e 0,02 µmol de Trolox em etanol P.A., sendo tratada da mesma maneira que as amostras.

Atividade de Sequestro do Radical DPPH

A determinação da atividade de sequestro do radical DPPH[•] foi realizada em referência ao Trolox, baseada na metodologia proposta por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) (15). Uma alíquota de 100 µL do extrato foi adicionada à 3,9 mL da solução de DPPH (0,025 g·L⁻¹, em etanol). Como branco foi utilizado etanol P.A. A leitura de absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 517 nm após 80 min de reação, sendo que os tubos de ensaio foram mantidos ao abrigo da luz durante o todo o tempo. A curva padrão de Trolox foi construída nas concentrações de 0,77; 0,66; 0,55; 0,44; 0,33; 0,22; 0,10 e 0,02 µmol de Trolox em etanol P.A., sendo tratada da mesma maneira que as amostras.

Método de Redução do Íon Férrico – FRAP

Para a determinação da atividade antioxidante por meio do método da redução do ferro (FRAP), foi utilizada a metodologia descrita por Rufino et al. (2006) (16). O reagente FRAP foi preparado no momento da análise, através da mistura de 25 mL de tampão acetato (0,3 M, pH 3,6), 2,5 mL de solução TPTZ (10 mM TPTZ em 40 mM HCl) e 2,5 mL de FeCl₃ (20 mM), em solução aquosa. Uma alíquota de 90 µL do extrato foi adicionada à 2,7 mL do reagente FRAP e 270 µL de água destilada; homogeneizada em

agitador de tubos e incubada a 37 °C em banho-maria por 30 minutos. A leitura da absorbância foi realizada em 595 nm, e para zerar o equipamento (branco) foi utilizada a solução FRAP. A curva de calibração foi construída com sulfato ferroso nas concentrações de 2000; 1500; 1000; 500; 200; 100 e 50 µM, e tratada da mesma maneira que as amostras.

Capacidade Antioxidante Total - CAOT

Para determinação da capacidade antioxidante total, foi utilizada a metodologia descrita por Sun et al. (2011) (17). Alíquotas de extrato (0,30 mL) foram misturadas com 3 mL da solução reagente (0,6 M de ácido sulfúrico, 28 mM de fosfato de sódio e 4 mM de molibdato de amônia). Os tubos foram encapados com papel alumínio e incubados em banho-maria a 95 °C por 90 min. Em seguida, os tubos foram resfriados a temperatura ambiente e a absorbância medida em 695 nm, utilizando água destilada como branco. Ácido ascórbico foi utilizado como padrão, sendo a curva de calibração construída nas concentrações de 1,25; 1,0; 0,75; 0,5; 0,25; 0,1 e 0,05 mM e tratada da mesma maneira que as amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 23, encontram-se as equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) obtidos a partir das curvas de calibração de cada análise. Todas apresentaram boa relação linear, com coeficiente de determinação acima de 0,96.

Tabela 23 - Equações de regressão e coeficientes de determinação das análises.

Análise	Equação de regressão	R^2	Padrão da curva de calibração
CFT	$y = 0,008x + 0,005$	0,9993	Ácido gálico
ABTS	$y = -0,2773x + 0,6999$	0,9975	Trolox
DPPH	$y = -0,5143x + 0,5903$	0,9834	Trolox
FRAP	$y = 0,0001x - 0,0501$	0,9803	Sulfato ferroso
CAOT	$y = 0,0034x + 0,1581$	0,9680	Ácido ascórbico

Na Tabela 24, encontram-se os resultados obtidos nas análises das cinco variedades de chá mate e chá preto.

Tabela 24 - Resultados das análises de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante.

Amostra	CFT (mg GAE·g ⁻¹)	ABTS (µmol TEAC·g ⁻¹)	DPPH (µmol de Trolox·g ⁻¹)	FRAP (µmol FeSO ₄ ·g ⁻¹)	CAOT (mg EAAS·g ⁻¹)
	Média ± D.P.	Média ± D.P.	Média ± D.P.	Média ± D.P.	Média ± D.P.
A1	77,73 ± 1,47 ^b	0,52 ± 0,04 ^c	0,45 ± 0,02 ^a	4335,72 ± 6,28 ^c	149,66 ± 4,40 ^a
A2	52,41 ± 2,22 ^c	0,49 ± 0,06 ^c	0,30 ± 0,02 ^b	5016,20 ± 35,35 ^d	145,63 ± 3,02 ^a
A3	46,63 ± 1,86 ^d	0,43 ± 0,05 ^c	0,30 ± 0,02 ^b	5210,72 ± 67,45 ^c	123,88 ± 0,98 ^b
A4	74,14 ± 0,22 ^b	0,75 ± 0,05 ^b	0,27 ± 0,02 ^b	5609,03 ± 90,69 ^b	144,35 ± 4,88 ^a
A5	83,04 ± 1,97 ^a	1,11 ± 0,02 ^a	0,49 ± 0,01 ^a	6508,41 ± 66,85 ^a	149,39 ± 4,98 ^a

D.P.: Desvio padrão; GAE: Equivalente ao Ácido Gálico; TEAC: Capacidade Antioxidantes Equivalente ao Trolox; EAAS: Equivalente ao Ácido Ascórbico. *Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na análise de CFT, as amostras A1 e A4 foram estatisticamente semelhantes, e apresentaram diferenças estatísticas significativas com as amostras A2, A3 e A5. A5 foi a amostra com maior quantidade de compostos fenólicos totais, com 83,04 mg GAE·g⁻¹, e A3 foi a com menor quantidade, com 46,63 mg GAE·g⁻¹.

Na análise de ABTS, A1, A2 e A3 foram estatisticamente semelhantes e apresentaram diferenças estatísticas significativas com as amostras A4 e A5, que também foram estatisticamente diferentes entre si. A amostra A5 apresentou a maior quantidade de μmol equivalentes ao trolox por grama, com 1,11 μmol TEAC·g⁻¹, e A3 teve a menor quantidade, com 0,43 μmol TEAC·g⁻¹.

Na análise de DPPH, A1 e A5 foram estatisticamente semelhantes, e diferiram das demais amostras; A2, A3 e A4 não apresentaram diferenças estatísticas entre si, e diferiram estatisticamente de A1 e A5. A amostra A5 apresentou a maior quantidade de μmol de trolox por grama, com 0,49 μmol de Trolox·g⁻¹, e A4 apresentou a menor, com 0,27 μmol de Trolox·g⁻¹.

Na análise de FRAP, todas as amostras foram estatisticamente diferentes entre si, sendo que o maior resultado pertence a amostra A5, com 6508,41 FeSO₄·g⁻¹, e o menor a amostra A1, com 4335,72 FeSO₄·g⁻¹.

Na análise de CAOT, a única amostra que apresentou diferenças estatísticas significativas das demais foi A3. A1 apresentou o maior valor equivalente ao ácido ascórbico por grama, com 149,66 mg EAAS·g⁻¹, e A3 apresentou o menor valor, com 123,88 mg EAAS·g⁻¹.

As amostras de chá mate apresentaram resultados para CFT próximos ao observado por outros pesquisadores, que variou de 49,34 a 68,74 mg GAE·g⁻¹; esta mesma pesquisa observou que chá preto apresenta maior atividade de sequestro do radical DPPH que o chá mate (18). As amostras de chá preto apresentaram resultados para TCFT acima do encontrado por pesquisadores, de 36,28 mg de ácido pirogálico·g⁻¹ (4), próximo ao observado para infusão, de 62,85 a 74,39 mg GAE·g⁻¹ (18), e também próximo ao observado para o extrato metanólico de chá verde, de 72,4 mg·g⁻¹, e abaixo dos resultados observado pelos mesmo pesquisadores para a análise de ABTS (8).

Estudos prévios também notaram que há variação na atividade antioxidante e teor de compostos fenólicos totais entre diferentes marcas comerciais de chá preto (8).

CONCLUSÕES

Concluiu-se que a amostra com maior atividade antioxidante e teor de compostos fenólicos totais foi A5, produzida com *Camellia sinensis* L. Kuntze fermentada, e a amostra com menor foi A3, produzida com *Ilex paraguariensis* tostada. Foi verificada uma relação positiva entre o conteúdo fenólico e a atividade antioxidante. Também se comprovou que diferentes marcas geram variação na atividade antioxidante e teor de compostos fenólicos totais, ainda que os chás provenham da mesma planta. De acordo com dados apresentados na literatura consultada o chá preto apresenta maior quantidade de polifenóis, corroborando com os dados da presente pesquisa, porém mais análises seriam interessantes para identificar e quantificar os compostos que foram quantificados pelas técnicas utilizadas, além da análise de outras marcas de chás que podem ser encontradas no comércio de Pato Branco - PR.

REFERÊNCIAS

1. Zampier, AC. Avaliação dos níveis de nutrientes, cafeína e taninos após adubação mineral e orgânica, e sua relação com a produtividade na erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2001.
2. Malheiros, GC. Estudo da alteração da cor e degradação da clorofila durante a armazenagem de erva-mate tipo chimarrão [dissertação]. Santa Maria: Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFSM; 2007.
3. Leprevost, A. Instituto de Tecnologia do Paraná. Química e Tecnologia da Erva-mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil). Curitiba: 1987. (Boletim Técnico n.53. 53p.).
4. Pereira, VP., Knor, FJ., Velloso, JCR., Beltrame, FL. Determination of phenolic compounds and antioxidante activity of green, black and White teas of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. Ver. Bras. Plantas med. 2014; 16: 490-498.
5. Lima, JD., Mazzafera, P., Moraes, WS., Silva, RB. Chá: aspectos relacionados a qualidade e perspectivas. Cienc. Rural. 2009; 39: 1270–1278.
6. Tanaka, T.; Kouno, I. Oxidation of tea catechins: chemical structures and reaction mechanism. Food Science and Tech. Res. 2003; 9: 128-133.
7. Angelo, PM., Jorge, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. Rev. Inst. Adolfo Lutz. 2007; 66: 1-9.
8. Manian, R., Anusuya, N., Siddhuraju, P., Manian, S. The antioxidante activity and free radical scavenging potential of two diferente solvente extracts of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz, *Ficus bengalensis* L. and *Ficus racemosa* L. Food Chemistry. 2008; 107: 1000-1007.
9. Mateos, R., Baeza, G., Sarriá, B., Bravo, L. Improved LC-MSn characterization of hydroxycinnamic acid derivatives and flavonols in different commercial mate (*Ilex paraguariensis*) brands. Quantification of polyphenols, methylxanthines, and anti- oxidant activity. Food Chemistry. 2018; 241: 232-241.
10. Valduga, AT., Gonçalves, IL., Magri, E., Finzer, JDR. Chemistry, pharmacology and new trends in traditional functional and medicinal beverages. Food Res. Int. 2019; 120: 478-503.
11. Farhoosh, R., Golmovahhed, GA., Khodaparast, MHH. Antioxidant activity of various extracts of old tea leaves and black tea wastes (*Camellia sinensis* L.). Food Chemistry. 2007; 100: 231-236.
12. Chan, EWC., Lim, YY., Chew, YL. Antioxidant activity of *Camellia sinensis* leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia. Food Chemistry. 2007; 102: 1214-1222.
13. Singleton, VL., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods in Enzymology. 1999; 299:152–178.
14. Rufino, MSM., Alves, RE., Brito, ES., Morais, SM., Sampaio, CG., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, FD. Metodologia Científica: Determinação da

- Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS. Comunicado Técnico 126, Embrapa. 2007.
15. Brand-Williams, W., Cuvelier, ME., Berset, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Food Science and Technology*. 1995; 28: 25-30.
 16. Rufino, MSM., Alves, RE., Brito, ES., Morais, SM., Sampaio, CG., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, FD. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP). Comunicado Técnico 128, Embrapa. 2006.
 17. Sun, L., Zhang, J., Lu, X., Zhang, L., Zhang, Y. Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoids extract from persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves. *Food and Chemical Toxicology*. 2011; 49: 2689 – 2696.
 18. Souza, RAM., Oldoni, TLC., Cabral, ISR., Alencar, SM. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de chás comercializados no Brasil. *B.CEPPA*. 2011; 29: 229-236.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-123>

Capítulo 123

EFEITO DO ULTRASSOM NA ESTRUTURA E PROPRIEDADES TÉCNICO-FUNCIONAIS DAS PROTEÍNAS DO LEITE

Ana Flávia Coelho Pacheco¹; Flaviana Coelho Pacheco²; Jeferson Silva Cunha³; Paulo Henrique Costa Paiva⁴; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior⁵

¹Estudante de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCE – UFV; E-mail: anafaviacoelho93@gmail.com; ²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCE – UFV. E-mail: flaviana.pacheco@ufv.br; ³Estudante do Curso de Mestrado em Ciência de Alimentos – CCE – UFV. E-mail: jeferson.cunha@ufv.br; ⁴Professor/pesquisador do Instituto de Laticínios Cândido Tostes – EPAMIG. E-mail: paulohcp@epamig.br; ⁵Professor/pesquisador do Depto de Ciência e Tecnologia de Alimentos – CCE – UFV; E-mail: bruno.leitejr@ufv.br.

Resumo: As proteínas do leite apresentam diversas aplicações na indústria de alimentos devido às suas propriedades técnico-funcionais e qualidade nutricional que determinam a estabilidade e qualidade do produto final. Durante o processamento do leite, os tratamentos térmicos aplicados induzem a mudanças estruturais das proteínas, principalmente das soroproteínas, melhorando as suas propriedades técnico-funcionais. Entretanto, tecnologias não convencionais, como o ultrassom (US), têm sido pesquisadas como uma alternativa promissora para substituir os tratamentos térmicos devido às vantagens como baixo custo, condições operacionais simples, facilidade de controle e ser ecologicamente sustentável. Atualmente, o uso do US tem mostrado resultados positivos na intensificação das propriedades técnico-funcionais de proteínas em função da potência, frequência, amplitude e tempo de sonicação utilizados. Além das variáveis inerentes ao US, outros fatores também influenciam nos resultados como a sequência de aminoácidos, tamanho, conformação e concentração das proteínas. Desta forma, essa revisão como objetivo descrever o efeito da tecnologia de US na estrutura e propriedades técnico-funcionais das proteínas do leite, assim como suas vantagens e desafios.

Palavras-chaves: Proteínas do leite; propriedades técnico-funcionais; tecnologias emergentes; ultrassom

INTRODUÇÃO

As proteínas do leite podem ser utilizadas na formulação de diversos alimentos, uma vez que fornecem compostos como aminoácidos essenciais e peptídeos potencialmente bioativos, além de apresentarem propriedades técnico-funcionais (solubilidade, capacidade emulsificante, formação de espuma, gelificação, entre outros) responsáveis pela estabilidade e qualidade do produto final (1).

No processamento do leite, diferentes tratamentos térmicos podem ser aplicados com o objetivo de estender a vida útil do produto por meio da destruição de microrganismos patogênicos e deterioradores. Por outro lado, tratamentos térmicos

intensos podem induzir a mudanças estruturais nas proteínas do leite, principalmente nas soroproteínas, impactando em suas qualidades nutricionais (por exemplo, processos severos podem contribuir com a indisponibilização de aminoácidos essenciais) e técnico-funcionais (2; 3). Estas mudanças incluem desdobramento estrutural, exposição de grupos hidrofóbicos, agregação molecular e/ou precipitação (3).

Uma maneira de minimizar o impacto negativo nas proteínas causado pelos tratamentos térmicos é a utilização de condições de processamento moderadas, com o objetivo de garantir a qualidade e segurança dos alimentos mantendo as propriedades nutricionais e sensoriais (4).

Pesquisas referentes ao uso de tecnologias não convencionais como o ultrassom (US) têm sido intensificadas, como possibilidade atrativa para substituir os tratamentos térmicos. O US apresenta vantagens como baixo custo, condições operacionais simples, facilidade de controle e sustentabilidade ecológica. Atualmente, o uso do US tem se mostrado promissor na intensificação das propriedades técnico-funcionais de proteínas em função da potência, frequência, amplitude e tempo de sonicação utilizados (7; 8; 9).

O US se baseia na propagação de ondas sonoras com frequência acima do limiar da audição humana (~20 kHz) e seus impactos são atribuídos aos efeitos físicos, incluindo forças de cisalhamento, cavitação e turbulência (7; 8). Conseqüentemente, o US pode melhorar consideravelmente as propriedades técnico-funcionais das proteínas do leite (9). A intensidade, isto é, a potência do tratamento por US tem sido apontada como a principal variável de controle, pois mudanças estruturais extremas nas proteínas podem levar à perda de sua técnico-funcionalidade. Logo, o desafio é modular a estrutura proteica que seja compatível com as suas propriedades técnico-funcionais esperadas.

Neste contexto, essa revisão tem como objetivo de descrever o efeito da tecnologia de US na estrutura e propriedades técnico-funcionais das proteínas do leite, assim como suas vantagens e desafios.

PROTEÍNAS DO LEITE

O leite bovino contém aproximadamente 3,5% de proteínas, das quais as caseínas e proteínas do soro (Figura 1) representam ~80% e ~20%, respectivamente (10).

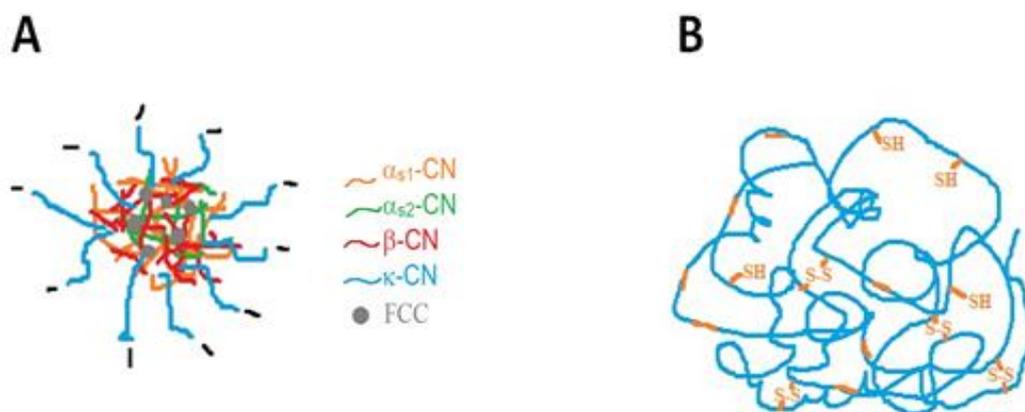


Figura 1 – Proteínas do leite: (A) Micela de caseína e (B) Proteína do soro (β -lactoglobulina).

As caseínas do leite (Fig. 1A) são fosfoproteínas ácidas com alto caráter anfifílico, existindo na forma de micelas polipeptídicas com domínios hidrofóbicos e hidrofílicos, sendo assim, conhecidas como micelas de caseína (MC). As MC apresentam um diâmetro

médio de cerca de 150-200 nm e são insolúveis em pH 4,6 (1; 11). A MC é formada por quatro frações de caseínas: α_1 -caseína (23,62 KDa), α_2 -caseína (25,50 KDa), β -caseína (24,09 KDa) e k-caseína (19,00 KDa) na proporção 33, 12, 38 e 15%, respectivamente. Para estabilizar as micelas, as moléculas de caseína encontram-se agregadas por meio de ligações de hidrogênio, interações hidrofóbica e eletrostática, além da presença dos *nanoclusters* de fosfato de cálcio (11; 12; 13; 14).

Já as proteínas do soro (Fig. 1B) são caracterizadas por apresentarem uma estrutura mais organizada e globular com níveis elevados de estruturas secundárias, terciárias e quaternárias. Essa estrutura faz com que as proteínas do soro sejam mais sensíveis ao calor do que as micelas de caseínas que são mais rígidas e abertas (15).

As proteínas do soro são formadas por uma mistura complexa de diferentes proteínas contendo principalmente β -lactoglobulina (β -Lg) (~55%) e α -lactalbumina (α -La) (~20%), além de várias outras proteínas menores, como albumina de soro bovino (BSA) (~7%), imunoglobulinas (~13%) e lactoferrina (~5%), dentre outras (1). A α -La é mais resistente ao calor do que a β -Lg (15).

As proteínas do leite apresentam propriedades técnico-funcionais e são utilizadas como ingredientes em formulações alimentícias. Devido ao caráter anfifílico das proteínas do leite, elas podem interagir entre si e com outras moléculas, permitindo que formem e estabilizem filmes interfaciais como emulsões e espumas, embora também possam interagir entre si para criar redes e formar géis (1). No entanto, a sua densidade nutricional e as propriedades técnico-funcionais são fortemente impactadas pelo tratamento térmico (pasteurização ou tratamento UHT, por exemplo), que é o método mais aplicado para prevenir a deterioração dos alimentos causada por microrganismos, prolongando a sua vida útil e garantindo a segurança dos consumidores.

TRATAMENTO TÉRMICO *VERSUS* TECNOLOGIA DE ULTRASSOM

A pasteurização e o tratamento UHT são atualmente os métodos térmicos mais aplicados ao leite. Na pasteurização, o biônimo temperatura/tempo utilizado é de 72 °C por 15 s no processo rápido (HTST – *high temperature, short time*) e 65 °C por 30 min no processo lento (LTLT – *low temperature, long time*), enquanto que no tratamento UHT, temperaturas mais intensas e por um curto período de tempo são atingidas, que variam de 130 a 150 °C por 2 a 4 segundos (1).

Apesar da extensão da vida útil do leite e seus derivados, os tratamentos térmicos provocam mudanças estruturais nas proteínas, principalmente nas soroproteínas, incluindo o desdobramento estrutural, exposição de grupos hidrofóbicos, agregação molecular e/ou precipitação. Tais alterações podem causar impactos negativos sobre a qualidade nutricional (por exemplo, indisponibilização de aminoácidos essenciais como a lisina) e técnico-funcionalidade das proteínas (3). Por exemplo, a solubilidade é uma propriedade técnico-funcional muito importante, pois afeta outras como a emulsificação, gelificação e formação de espuma (16). Com o tratamento térmico, dependendo da intensidade, as soroproteínas desnaturam (principalmente a β -Lg) devido à quebra de ligações covalentes como as dissulfeto, causando desestabilização. Consequentemente, essas proteínas globulares podem interagir com as micelas de caseína, afetando a sua solubilidade (15).

Para superar estas limitações, pesquisas referentes ao uso de tecnologias não convencionais como o tratamento por ultrassom (US) têm sido realizadas, como alternativa promissora e sustentável para substituir os tratamentos térmicos. O US é

relativamente barato, apresenta condições operacionais simples, facilidade de controle e sustentabilidade ecológica (5; 6). Atualmente, existem diversas aplicações potenciais do US na indústria de alimentos. Por exemplo, o US de baixa intensidade ($<1 \text{ W cm}^{-2}$) com alta frequência (100 kHz - 1 MHz) é usado para monitorar a composição e as propriedades físico-químicas dos componentes dos alimentos durante o processamento e armazenamento. Por outro lado, o US de alta intensidade ($10\text{-}1000 \text{ Wcm}^{-2}$) com baixa frequência (20-100 kHz) induz mudanças mecânicas, físicas e químicas nos alimentos por meio do fenômeno de cavitação, sendo aplicável a várias etapas de processamento, como extração, congelamento, secagem, emulsificação, além da inativação de bactérias patogênicas e enzimas indesejáveis (17; 18).

A cavitação consiste na formação, crescimento e colapso de microbolhas dentro de uma solução. Estas implodem quando atingem um nível de alta instabilidade, liberando energia térmica. Com isso, há um aumento da temperatura e pressão dentro da zona de implosão, gerando turbulência e alta força de cisalhamento (7). Além disso, a cavitação pode induzir alterações químicas nos alimentos. As altas temperatura e pressão localizadas podem levar à sonólise das moléculas de água, promovendo a formação de radicais hidroxil que podem reagir com outras substâncias químicas presentes no meio (7).

Porém, as vantagens da implementação da tecnologia de US em relação à intensificação das propriedades técnico-funcionais de proteínas lácteas dependem da potência, frequência, amplitude e tempo de sonicação utilizados. Além das variáveis inerentes ao US, outros fatores também influenciam nos resultados esperados, tais como a sequência de aminoácidos, tamanho, conformação e concentração das proteínas (1).

EFEITO DO ULTRASSOM NA ESTRUTURA DAS PROTEÍNAS DO LEITE

Geralmente, a energia associada ao US é suficiente para (i) interromper as interações não covalentes, como ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas, e (ii) alterar a conformação da proteína expondo resíduos de aminoácidos hidrofóbicos (alifáticos / aromáticos) e / ou grupos sulfidril livres. Por outro lado, a intensidade do tratamento de US é o principal fator responsável por mudanças estruturais extremas nas proteínas (1; 7).

A Figura 2 mostra as mudanças estruturais nas proteínas do leite causadas pelos efeitos físicos da tecnologia de US.

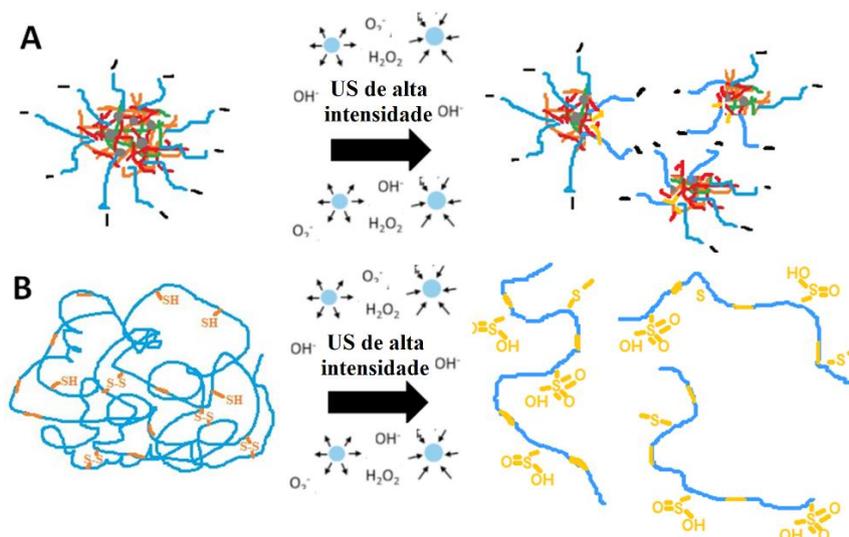


Figura 2 – Mudanças estruturais nas proteínas do leite causadas pelos efeitos físicos da tecnologia de US: (A) Micela de caseína e (B) Proteína do soro. Fonte: Adaptado de (1).

As proteínas do soro de leite, por apresentarem estrutura globular, podem sofrer desnaturação parcial ou total quando submetidas a altas intensidades de US (Fig. 2B), fazendo com que elas interajam entre si, com as micelas de caseína ou com outros componentes. Essa formação de novos agregados proteicos pode causar diminuição na solubilidade. Por outro lado, quando se tem um controle da intensidade do US ocorrem mudanças estruturais controladas nas proteínas, impactando positivamente nas suas propriedades técnico-funcionais.

Ao contrário das proteínas do soro, as micelas de caseínas apresentam uma estrutura aberta, logo, não sofrem desnaturação. Entretanto, os efeitos do US podem causar a desagregação proteica entre micelas de caseínas, de outros agregados com proteínas do soro ou entre agregados de proteínas do soro. Por exemplo, a literatura relata:

- (i) Após tratamento por US à 20 kHz por 2 min, o tamanho das partículas em concentrado de proteínas lácteas reidratadas diminuíram de 28 μm para 0,1 μm (19).
- (ii) Após tratamento por US à 20 kHz por 120 s, o tamanho das partículas em isolado de proteínas do soro, isolado de proteínas lácteas e caseinato de sódio reidratados diminuíram de 433 para 72 nm, 956 para 256 nm e 245 para 58 nm, respectivamente (18).
- (iii) Após tratamento por US à 20 kHz por 30 min, o tamanho das partícula em isolado de proteínas do soro e concentrado de proteínas do soro reidratados diminuíram de 508 μm para 286 μm e 324 para 1,0 μm , respectivamente (20).

EFEITO DO ULTRASSOM NAS PROPRIEDADES TÉCNICO-FUNCIONAIS DAS PROTEÍNAS DO LEITE

A tecnologia de US tem sido utilizada como alternativa para melhorar as propriedades técnico-funcionais das proteínas do leite, como a solubilidade, capacidade de formar gel, capacidade e estabilidade de emulsificação, dentre outras.

Dependendo da intensidade do US utilizada, pode ocorrer um aumento na solubilidade das proteínas. Por exemplo, tratamentos de US mais brandos aumentaram a solubilidade de ingredientes ricos em proteínas de soro ao expor domínios hidrofílicos e,

consequentemente, favorecer a interação água-proteína. Por outro lado, a utilização de tratamentos ultrassônicos mais intensos pode levar a um desdobramento parcial ou total das proteínas, favorecendo a agregação entre as proteínas do soro de leite e, consequentemente, uma diminuição da sua solubilidade (21).

Lo et al. (22) avaliaram o efeito do US de baixa frequência na solubilidade do caseinato de sódio reconstituído. Para isso utilizou-se um US de baixa frequência (20 kHz) em suspensões de caseinato de sódio (4%, 7% e 10% de concentrações de proteína) em diferentes pHs (4,0, 4,6, 6,7 e 9,0). O US não afetou significativamente ($p > 0,05$) a solubilidade em pH 6,7. Em contraste, a solubilidade em pH 9,0 aumentou após o tratamento ultrassônico devido a uma redução no tamanho dos agregados de proteínas. Jambrak et al. (23) também observaram que a redução dos agregados proteicos levou ao aumento da solubilidade de proteínas. Neste estudo, a suspensão de proteínas do soro de leite inicial tinha 67% de solubilidade e, após a sonicação, aumentou 18% para atingir 85% de solubilidade.

Yanjun et al. (19), investigaram o impacto do pré-tratamento de US nas propriedades físicas e técnico-funcionais do concentrado de proteína do leite (MPC – *milk protein concentrate*) reconstituído. Os resultados revelaram que a solubilidade aumentou significativamente de 35,78% para 88,30% após 5 min de pré-tratamento com US. Além disso, o índice de atividade emulsificante (IAE) de amostras de MPC aumentou significativamente à medida que o tempo de tratamento ultrassônico foi prolongado. Já o índice de estabilidade da emulsão (IEE) aumentou após o tratamento com ultrassom por 1 min.

Zhang et al. (24) avaliaram o efeito do pré-tratamento por US nas propriedades técnico-funcionais e estruturais de concentrados de caseína micelar. Os resultados mostraram que a solubilidade, emulsificação e gelificação aumentaram significativamente com o prolongamento do tempo de pré-tratamento por US.

CONCLUSÃO

Atualmente, tem crescido o interesse pela aplicação do US na indústria de alimentos com o objetivo de melhorar as propriedades técnico-funcionais de proteínas do leite, além das vantagens operacionais como baixo custo, condições de processo simples, facilidade de controle e sustentabilidade ecológica. Existem diversos estudos que mostram os efeitos positivos do US nas mudanças estruturais e, consequentemente, nas propriedades técnico-funcionais das proteínas do leite. Entretanto, para obter-se melhores resultados durante a sonicação, as variáveis do processo devem ser padronizadas e rigorosamente controladas, tais como potência, frequência, tempo de sonicação, amplitude e temperatura, que dependem das características intrínsecas das proteínas processadas. Como maiores intensidades de tratamento estão associadas a efeitos adversos nas propriedades técnico-funcionais das proteínas do leite, o grande desafio é otimizar as variáveis ultrassônicas de modo a modular a estrutura proteica que seja compatível com as propriedades técnico-funcionais desejadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES - Código Financiamento 001; à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto APQ-00388-21 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

pelo financiamento do projeto (429033/2018-4) e pela bolsa de produtividade à B.R.C. Leite Júnior (306514/2020-6).

REFERÊNCIAS

1. Nunes L, Tavares GM. Thermal treatments and emerging technologies: Impacts on the structure and techno-functional properties of milk proteins. *Trends Food Sci Technol.* 2019;90:88-99.
2. Qi PX, Ren D, Xiao Y, Tomasula PM. Effect of homogenization and pasteurization on the structure and stability of whey protein in milk. *J Dairy Sci.* 2015;98:1-14.
3. Shanmugam A, Chandrapala J, Ashokkumar M. The effect of ultrasound on the physical and functional properties of skim milk. *Innov Food Sci Eme Technol.* 2012;16:251-258.
4. Li S., Zhang R, Lei D, Huang Y, Cheng S, Zhu Z, Wu Z, Cravotto G. Impact of ultrasound, microwaves and high-pressure processing on food components and their interactions. *Trends Food Sci Technol.* 2021;109:1-15.
5. Soares AS, Augusto PED, Leite Júnior BRC, Nogueira CA, Vieira ENR, Barros FAR, Stringheta PC, Ramos AM. Ultrasound assisted enzymatic hydrolysis of sucrose catalyzed by invertase: Investigation on substrate, enzyme and kinetics parameters. *LWT - Food Sci Technol.* 2019;107:164–170.
6. Soares AS, Leite Júnior BRC, Tribst AAL, Augusto PED, Ramos AM. Effect of ultrasound on goat cream hydrolysis by lipase: Evaluation on enzyme, substrate and assisted reaction. *LWT - Food Sci Technol.* 2020;130:e109636.
7. Munir M, Nadeem M, Qureshi TM, Leong TS, Gamlath CJ, Martin GJ, Ashokkumar M. Effects of high pressure, microwave and ultrasound processing on proteins and enzyme activity in dairy systems — A review. *Innov Food Sci Emer Technol.* 2019;57:102-192.
8. Ashokkumar M, Bhaskaracharya R, Kentish R, Lee J, Palmer M, Zisu B. The ultrasonic processing of dairy products—An overview. *Dairy Sci Technol.* 2010;90:147-168.
9. Chandrapala J, Leong T. Ultrasonic processing for dairy applications: Recent advances. *Food Eng Rev.* 2015;7:143-158.
10. Fox P F, McSweeney P L H. *Dairy chemistry and biochemistry* (1st ed.). Blackie Academic and Professional, London, UK.1998.
11. Casanova F, Nascimento LGS, Silva NFN, Carvalho AF, Gaucheron F. Interactions between caseins and food-derived bioactive molecules: A review. *Food Chem.* 2021;359:129820.

12. Mantovani RA, Rasera ML, Vidotto DC, Mercadante AZ, Tavares GM. Binding of carotenoids to milk proteins: Why and how. *Trends Food Sci Technol.* 2021;110:280-290.
13. Bourassa P, N'Soukpoe-Kossi CN, Tajmir-Riahi HA. Binding of vitamin A with milk α - and β -caseins. *Food Chem.* 2013;138:444-453.
14. Forrest SA, Yada RY, Rousseau DR. Interactions of vitamin D3 with bovine b-lactoglobulin A and b-Casein. *Journal of Agricultural and Food Chemi.* 2005;53:8003-8009.
15. Syed QA, Hassan A, Sharif S, Ishaq A, Saeed F, Afzaal M, Hussain M, Anjum F M. Structural and functional properties of milk proteins as affected by heating, high pressure, Gamma and ultraviolet irradiation: a review. *Int J Food Prop.* 2021;24:871–884.
16. Higuera-Barraza OA, Toro-Sanchez CLD, Ruiz-Cruz S, Márquez-Ríos E. Effects of high-energy ultrasound on the functional properties of proteins. *Ultrason. Sonochem.* 2016;31:558–562.
17. Téllez-Morales JA, Hernández-Santo B, Rodríguez-Miranda J. Effect of ultrasound on the techno-functional properties of food components/ingredients: A review. *Ultrason Sonochem.* 2020;61:104787.
18. O'Sullivan JJ, Park M, Beevers J, Greenwood RW, Norton IT. Applications of ultrasound for the functional modification of proteins and nanoemulsion formation: A review. *Food Hydrocolloids.* 2017; 71:299-310.
19. Yanjuna S, Jianhang C, Shuwen Z, Hongjuan L, Jing L, Lu L, Uluko H, Yanling S, Wenming C, Wupeng G, Jiaping L. Effect of power ultrasound pre-treatment on the physical and functional properties of reconstituted milk protein concentrate. *J Food Eng.* 2014;124:11–18.
20. Jambrak AR, Mason TJ, Lelas V, Paniwnyk L, Herceg Z. Effect of ultrasound treatment on particle size and molecular weight of whey proteins. *J Food Eng.* 2014;121:15–23.
21. Noci F. Dairy products processed with ultrasound. In D. Bermudez-Aguirre (Ed.). *Ultrasound: Advances in food processing and preservation* (1st ed.). Academic Press. 2017;556.
22. Lo B, Gorczyca E, Kasapis S, Zisu B. Effect of low-frequency ultrasound on the particle size, solubility and surface charge of reconstituted sodium caseinate. *Ultrason Sonochem.* 2019;58:104525.
23. Jambrak AR, Mason TJ, Lelas V, Herceg Z, Herceg IL. Effect of ultrasound treatment on solubility and foaming properties of whey protein suspensions. *J*

Food Eng. 2008;86:281–287.

24. Zhang R, Pang X, Lu J, Liu L, Zhang S, Lv J. Effect of high intensity ultrasound pretreatment on functional and structural properties of micellar casein concentrates. *Ultrason Sonochem.* 2018;47:10-16.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-124>

Capítulo 124

EXTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DE CARBOIDRATOS DO FRUTO DO GRAVATÁ (*Bromelia balansae* Mez.)

Rafael Silva Naito¹; Cassia Roberta Malacrida Mayer²

¹Estudante do Curso de Pós-Graduação em Biociências Interunidades – FCL – UNESP; Email: rafael.naito@unesp.br, ²Docente/Pesquisador do Depto de Biotecnologia – FCL – UNESP; Email: cassia.malacrida@unesp.br.

Resumo: *Bromelia balansae* Mez. é uma planta nativa da Mata Atlântica, que pode ser encontrada em diversas regiões do território brasileiro. Seu fruto é utilizado pela medicina popular como expectorante em infecções respiratórias e no tratamento de tosse. Apesar de ser bastante utilizado pela cultura popular, o fruto do gravatá ainda foi pouco estudado, assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a extração dos carboidratos pela metodologia de extração assistida por ultrassom e avaliar tais carboidratos quanto à presença de compostos fenólicos e de ácido ascórbico. Além de realizar uma comparação visando verificar a influência de diferentes locais de coleta, com frutos colhidos em três diferentes cidades (Assis-SP, Tarumã-SP e Gonçalves-MG). As extrações dos carboidratos se deram por duas formas: a convencional e a assistida por ultrassom. Em relação aos compostos fenólicos as amostras extraídas com ultrassom apresentaram maiores quantidades, sendo o maior valor encontrado de 3,66 g/100g nos carboidratos dos frutos obtidos em Tarumã-SP. A maior concentração de ácido ascórbico também foi verificada na amostra de Tarumã-SP com extração assistida por ultrassom (0,187 mg/100g). Assim, conclui-se que os diferentes locais de coleta afetam a composição final dos frutos, desde a umidade da polpa até os compostos bioativos encontrados em seus carboidratos e que a extração assistida por ultrassom constitui um método eficiente e origina carboidratos com maior concentração de compostos antioxidantes.

Palavras-chave: antioxidante; carboidratos; extração; gravatá; ultrassom;

INTRODUÇÃO

A *Bromelia balansae* Mez. é uma planta da família Bromeliaceae com hábitos terrestres que pode ser encontrada desde o norte do pantanal, passando por todo o litoral pela Mata Atlântica (1), e nos estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (2). É uma planta acaule, com folhas que podem chegar a 1 m de comprimento (3), suas folhas são duras e recobertas por espinhos nas margens. A *Bromelia balansae* frutifica em cachos, atingindo entre 40 e 90 cm de altura e apresenta suas flores em racemo, dessas flores surgem os frutos (4), que por serem amarelos e comestíveis são popularmente conhecidos como gravatá, caraguatá ou bananinha-do-mato (5). Os frutos variam em tamanho, porém a média atingida é de 4 cm

de comprimento por 2,5 cm de largura (3), e são utilizados na medicina popular na forma de xarope, pois possuem poder expectorante, sendo usados no tratamento contra tosse (4) e uso fitoterapêutico em ferimentos, inflamação de garganta (5), além do tratamento de amenorréia e como anti-sifilítico (6). Além de utilizado na medicina popular, o fruto de gravatá também tem outras funções para os povos tradicionais e ecossistemas, como por exemplo, extração de fibras, alimentação humana e animal (5) e uso de seu xarope como abortivo (6). A planta *Bromelia balansae* também é utilizada de forma ornamental (2).

O processo de floração da espécie, que se inicia em dezembro e termina entre janeiro e fevereiro, é caracterizado pela alteração da coloração das folhas centrais (2). A frutificação se inicia em fevereiro e se prolonga até o mês de maio (7).

O fruto do gravatá apresenta uma riqueza de nutrientes, o que está atraindo o interesse para seu estudo. A polpa do fruto do gravatá apresenta quantidades elevadas de proteínas, cinzas, fibras e carboidratos (8). O alto teor de cinzas indica grande quantidade de sais minerais presentes na polpa do fruto, sendo os mais abundantes o cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) (9).

O fruto do gravatá apresenta compostos polifenólicos - flavonoides e taninos – e elevadas concentrações de carotenoides totais, açúcares totais e vitamina C, além de demonstrar elevada atividade antioxidante (8).

Diferentes fatores ambientais podem ocasionar mudanças físicas e químicas em espécies vegetais. Foram encontradas variações físicas entre bromélias de mesma espécie coletadas em diferentes locais, entre essas variações podemos citar as quantidades de flores e frutos produzidas pela espécie (7). Em ambientes frios, as substâncias fotoassimiladas pela fotossíntese não são totalmente direcionadas ao crescimento vegetal, assim, existe um aumento na concentração destes solutos no citoplasma, estabilizando o equilíbrio termodinâmico e diminuindo o estresse pela desidratação ocasionada pelo frio. Da mesma forma, alterações na composição dos carboidratos presentes na parede celular também estão relacionadas com a proteção ao frio (10).

O objetivo deste trabalho foi realizar a extração dos carboidratos da polpa do fruto do gravatá e analisar os compostos antioxidantes presentes nestes carboidratos e contrapor os carboidratos extraídos de frutos com diferentes locais de coleta.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos maduros foram coletados nos períodos de frutificação de 2020 e 2021 nas cidades de Assis – SP, Tarumã – SP e Gonçalves – MG. Após a coleta, os frutos foram levados até o laboratório, onde foram lavados em água corrente, para retirar todas impurezas presas à superfície e congelados. Para as análises os frutos foram descongelados, descascados e as sementes assim como a polpa foram separadas manualmente.

Primeiramente foi realizada a determinação de umidade, onde foram pesadas amostras entre 3 e 10 g de polpa de gravatá dos três locais de coleta e deixados em estufa com circulação de ar forçada na temperatura de 70 °C pelo período de 48 horas. Passadas as 48 horas iniciais, as amostras foram pesadas em intervalos de 2 em 2 horas até ser obtida uma massa constante. O experimento foi realizado em triplicata para cada amostra.

A extração dos carboidratos foi conduzida de duas formas, uma convencional e uma assistida por ultrassom. A extração convencional foi realizada em uma incubadora *shaker* com agitação orbital e aquecimento. Primeiramente as amostras foram preparadas pesando a polpa do fruto de gravatá e adicionando o solvente para a extração, no caso foi utilizado água destilada na proporção de 1:1,6 (g:mL). Após a adição do solvente, as

amostras foram levadas ao *shaker* por um período de 150 minutos e agitação de 80 rpm a temperatura de 60 °C. Passados os 150 minutos, as amostras foram centrifugadas durante 10 minutos a 2058 g, com a finalidade de precipitar os sólidos. Após a centrifugação, o sobrenadante foi coletado e concentrado em um rotaevaporador onde a água destilada foi evaporada sob pressão reduzida na temperatura de 70 °C. As amostras concentradas foram mantidas em refrigeração a 4 °C durante 30 minutos para posterior purificação.

A extração assistida por ultrassom foi realizada com uma proporção amostra:solvente de 1:14,2 (g:mL), sendo água destilada o solvente utilizado. A sonda ultrassônica utilizada possui 20 KHz de frequência e a potência escolhida foi de 100 W no tempo de 10 minutos. Posteriormente as amostras foram levadas para centrifugação a 2058 g durante o período de tempo de 10 minutos com a finalidade de precipitar os sólidos. Passados os 10 minutos, as amostras foram levadas a um rotaevaporador, onde foram concentradas em pressão reduzida na temperatura de 70 °C. As amostras concentradas foram mantidas em refrigeração a 4 °C por 30 minutos para posterior purificação.

A purificação dos carboidratos foi realizada adicionando uma solução de etanol e água destilada à concentração de 80% (v/v). Posteriormente, as amostras foram mantidas em refrigeração a uma temperatura de 4 °C durante 24 horas. Passadas as 24 horas, os carboidratos precipitados foram separados por centrifugação a 2058 g por 10 minutos com posterior secagem em estufa a 40 °C por 24 horas (11; 12). Os carboidratos secos foram macerados com auxílio de um almofariz e pistilo, a fim de se obter um pó, que foi armazenado em dessecador para usos futuros. Os cálculos de rendimento foram realizados em base seca para os dois métodos de extração. Assim foram obtidas 6 amostras diferentes de carboidratos, divididas por locais de coleta dos frutos e método de extração. Sendo os locais de coleta Assis (A), Gonçalves (G) e Tarumã (T) e os métodos de extração convencional (C) e assistido por ultrassom (U), foram obtidas as amostras denominadas AC, AU, GC, GU, TC e TU.

Os compostos fenólicos totais foram determinados utilizando o reagente Folin-Ciocalteu (13) para o ensaio colorimétrico. A medição de absorbância foi feita em espectrofotômetro no comprimento de onda de 750 nm. Primeiramente foi construída uma curva padrão de ácido gálico (Figura 1). A preparação das amostras foi realizada solubilizando as amostras em água destilada na concentração de 2,5 mg/mL. Em ambiente protegido de luz, foi adicionado a um tubo de ensaio 0,5 mL da solução de carboidratos, 5 mL de água destilada e 0,25 mL do reagente Folin-Ciocalteu, após isso o tubo foi deixado reagindo por 3 minutos. Passado esse tempo, foi adicionado 1 mL de solução de Na₂CO₃ 10%, o tubo foi então homogeneizado em vórtex e deixado em ambiente escuro durante 1 hora, e posteriormente foi realizada a leitura em espectrofotômetro. As análises foram realizadas em triplicata para todas as 6 amostras de carboidratos.

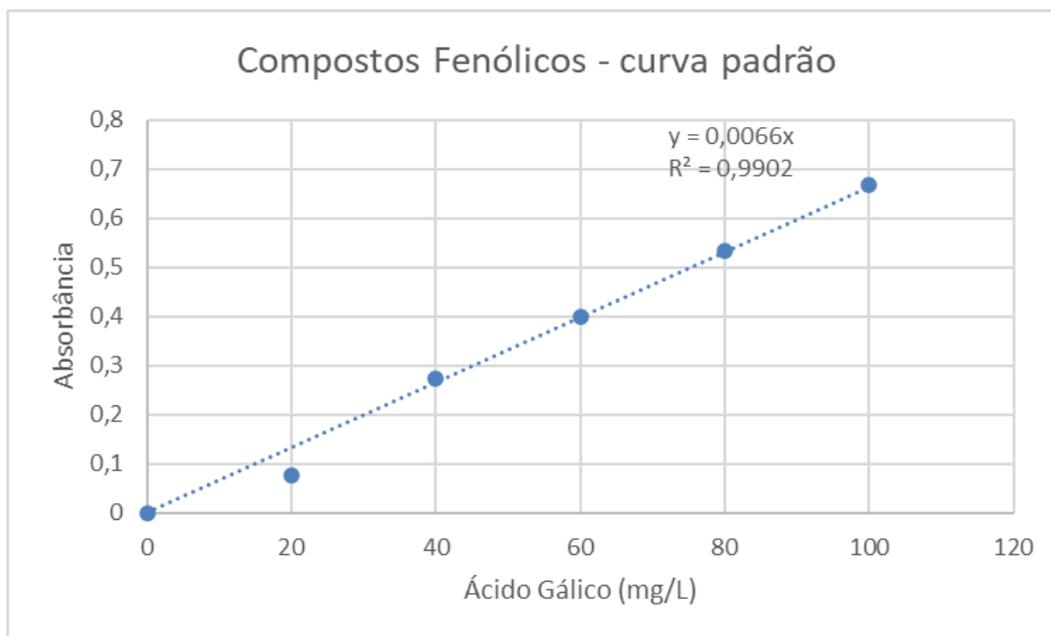


Figura 1 – Curva padrão de ácido gálico para quantificação de compostos fenólicos totais.

A quantificação de ácido ascórbico (Vitamina C) foi realizada utilizando a reação do 2,6-diclorofenol indofenol (DCFI) com o ácido ascórbico contido na amostra (13), com posterior leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 520 nm. Primeiramente, foi criada uma curva padrão de ácido oxálico 0,4% (Figura 2).

Essa análise foi realizada em 21 tubos de ensaio, sendo 3 para o branco geral, e 3 para cada amostra, AC, AU, GC, GU, TC e TU. Os 3 tubos de cada amostra, contando o branco, foram divididos em um branco da amostra, amostra 1 e amostra 2, por exemplo: B_b (Branco do branco geral), B₁ e B₂ (branco 1 e 2); AC_b (Branco amostra AC), AC₁ e AC₂; AU_b, AU₁ e AU₂; GC_b, GC₁ e GC₂; GU_b, GU₁ e GU₂; TC_b, TC₁ e TC₂; TU_b, TU₁ e TU₂.

A preparação das amostras se deu solubilizando 0,1 g de pó de carboidrato em ácido oxálico 0,4% em balões volumétricos de 10 mL. Alíquotas de 1 mL dos extratos de cada amostra foram pipetadas nos tubos b, 1 e 2, no tubo b também foi adicionado 9 mL de água destilada para ser usado como branco da amostra. O branco geral foi feito com ácido oxálico 0,4% no lugar dos extratos de carboidratos, onde 1 mL de ácido oxálico foi adicionado aos tubos B_b, B₁ e B₂, sendo que o tubo B_b foi acrescido de 9 mL de água destilada. Primeiramente, o branco (B_b) foi utilizado para zerar o espectrofotômetro então 9 mL de solução diclorofenol-indofenol (DCFI) foi adicionado ao tubo B₁ que foi homogeneizado em vórtex, com posterior leitura de sua absorbância e, em seguida, o mesmo processo foi feito com o tubo B₂. Após as primeiras leituras foi adicionado pequenos cristais de ácido ascórbico aos tubos B₁ e B₂ que foram homogeneizados em vórtex resultando em uma solução incolor, então foi realizada a leitura da absorbância dos tubos B₁ e B₂ novamente. Foi realizado o mesmo processo com todas as amostras. A leitura real das absorbâncias foi obtida subtraindo o valor da segunda leitura do valor da primeira. Os testes foram realizados em triplicata para todas as amostras.

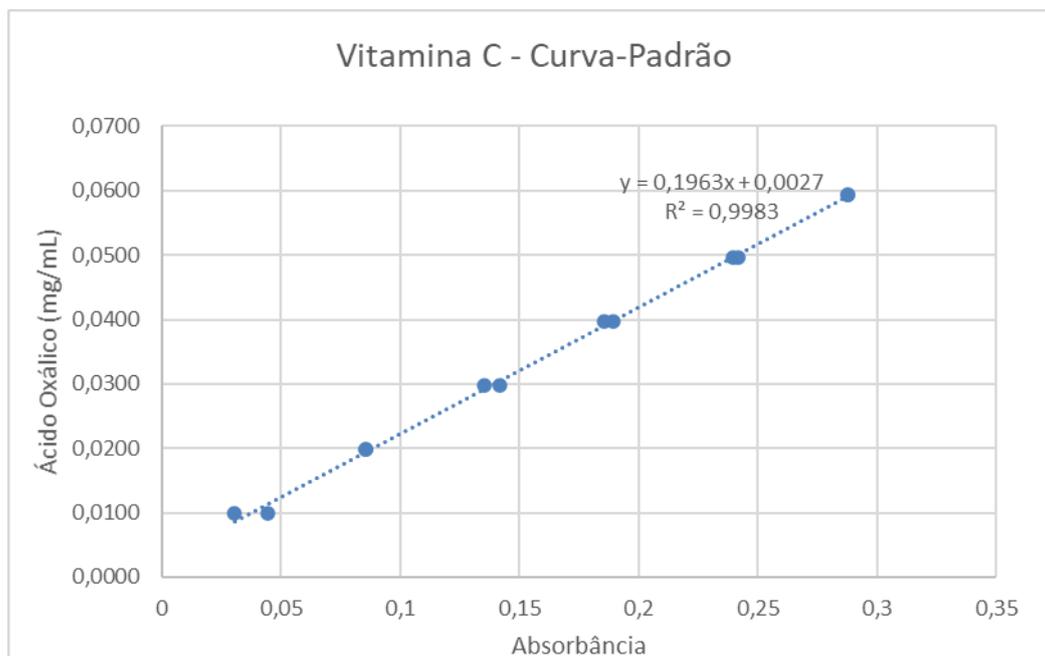


Figura 2 – Curva padrão de ácido oxálico para quantificação de ácido ascórbico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 podemos observar os valores de umidade encontrados nas polpas de gravatás colhidos em diferentes locais. É possível verificar que os gravatás da cidade de Tarumã apresentam uma porcentagem menor de umidade em sua polpa.

Tabela 1 – Umidade (%) da polpa dos frutos de gravatá de três cidades diferentes.

Cidade	Umidade (%)*
Assis	86,44 ± 0,09
Gonçalves	88,07 ± 0,14
Tarumã	69,68 ± 0,27

*Valores médios (n=3) ± desvio padrão.

Em estudos de fenologia do gênero *Bromelia* foram encontradas *Bromelia balansae* Mez. com diferentes características físicas, como tamanho do fruto, número de frutos por cacho e taxa de sólidos solúveis, em diferentes locais de coleta (7), assim como

de outras espécies, como a *Bromelia antiacantha* Bertol. em que foram encontradas diferenças no tamanho do broto, tamanho das folhas, número de frutos e tamanho dos frutos (14). As mudanças climáticas entre as diferentes regiões afetam as plantas e consequentemente seus frutos, isso pode justificar as diferenças de umidade entre os gravatás de diferentes locais de coleta. Frutos de café em diferentes condições de maturação e umidade relativa do solo foram analisados quanto à umidade presente nos frutos, foi constatado que o tempo de maturação não afetou a umidade encontrada nos frutos, porém a umidade relativa do solo teve grande influência em tal aspecto (15).

A tabela 2 demonstra o rendimento da extração de carboidratos obtidos de cada amostra. Podemos verificar que não houveram diferenças significativas entre os métodos de extração, indicando que ambos podem ser utilizados para se obter os carboidratos.

Tabela 2 – Rendimento (%) de carboidratos obtidos pelos diferentes métodos de extração.

Amostra	Método de Extração*	
	Convencional	Ultrassom
Assis	10,84 ± 2,79 ^{a**}	10,91 ± 0,58 ^a
Gonçalves	6,20 ± 0,93 ^b	12,26 ± 2,6 ^a
Tarumã	14,07 ± 2,87 ^a	15,21 ± 4,10 ^a

*valores médios (n=3) ± desvio padrão.

**letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença estatística (Teste de Tuckey p < 0,05).

Foi verificado em estudo que nas mesmas condições de temperatura e tempo, a extração convencional de carboidratos apresentou resultados 1,6 vezes menores que a extração assistida por ultrassom, porém a diferença foi reduzida quando o período de tempo em que a amostra foi submetida à extração convencional aumentou (12).

Regiões com elevadas taxas de incidência de raios solares promovem uma geração de radicais livres nas plantas, essa condição pode favorecer a biossíntese de compostos com propriedades antioxidantes, como por exemplo compostos fenólicos e carotenoides (16). Diferentes regiões possuem diferentes taxas de incidência solar, o que resulta em diferentes quantidades de compostos fenólicos presentes nos frutos de gravatá, como pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3 – Compostos fenólicos presentes nos carboidratos dos frutos de gravatá.

Amostra	Compostos Fenólicos (g/100g)*
---------	-------------------------------

AC	$3,44 \pm 0,053$ ^{b**}
AU	$3,54 \pm 0,045$ ^{ab}
GC	$1,39 \pm 0,027$ ^d
GU	$2,82 \pm 0,027$ ^c
TC	$3,44 \pm 0,146$ ^b
TU	$3,66 \pm 0,040$ ^a

*valores médios (n=3) \pm desvio padrão.

**letras diferentes indicam que há diferença estatística (teste de Tuckey $p < 0,05$).

As amostras de carboidratos com maior quantidade de compostos fenólicos são dos frutos de gravatá das cidades de Tarumã e de Assis. Os frutos da cidade de Gonçalves apresentaram os menores valores de compostos fenólicos independentemente do método de extração utilizado, mas é possível notar que as amostras de Tarumã e de Gonçalves foram bastante influenciadas pelo método de extração dos carboidratos, sendo o método de ultrassom mais eficaz na preservação dos compostos fenólicos. Os compostos fenólicos estão presentes nos vegetais na forma livre ou ligados a alguma molécula, como açúcares (glicosilados), ésteres (esterificados), amidos (amidados) e hidroxilas (hidroxilados). Muitos parâmetros podem influenciar na eficiência da extração dependendo do tipo de açúcar ligado. O tempo e a temperatura expostos à amostra podem influenciar na degradação ou hidrólise do glicosídeo que o composto fenólico está ligado, afetando assim sua extração e quantificação (17). A extração convencional de carboidratos expõe as amostras a uma temperatura elevada por bastante tempo, o que pode ter afetado a quantidade final de compostos fenólicos pela degradação dos glicosídeos e dos compostos fenólicos livres.

O ácido ascórbico é um composto com potencial antioxidante muito pesquisado pois é muito sensível a diversas condições de processamento e armazenamento. A degradação da vitamina C pode ser relacionada com pH, luz, contato com oxigênio e temperatura (18). Na tabela 4 podemos observar os valores de ácido ascórbico encontrados nas amostras de carboidratos de gravatá.

Tabela 4 – Ácido ascórbico presentes nos carboidratos dos frutos de gravatá.

Amostra	Ácido ascórbico (mg/100g)*
AC	$0,062 \pm 0,026$ ^{c**}
AU	$0,063 \pm 0,014$ ^c

GC	0,105 ± 0,010 ^{bc}
GU	0,169 ± 0,034 ^a
TC	0,138 ± 0,019 ^{ab}
TU	0,187 ± 0,008 ^a

*valores médios (n=3) ± desvio padrão.

**letras diferentes indicam que há diferença estatística (teste de Tuckey $p < 0,05$).

As amostras da cidade de Gonçalves resultaram em valores estatisticamente diferentes de acordo com o método de extração, enquanto amostras de carboidratos retiradas dos gravatás da cidade de Assis apresentaram os menores valores de ácido ascórbico e os carboidratos dos gravatás da cidade de Tarumã apresentaram os maiores valores, em ambos métodos de extração. Visto isso, pode-se deduzir que apesar do método de extração convencional aplicar alta temperatura por um longo período de tempo, a interferência na quantidade de ácido ascórbico nos carboidratos é baixa.

CONCLUSÕES

Os diferentes locais de coleta afetam a composição final dos frutos, desde a umidade da polpa até os compostos bioativos encontrados em seus carboidratos. O clima do local, assim como os nutrientes encontrados no solo e umidade relativa do ar diferentes podem ter resultado em diferentes composições para a mesma espécie de fruto.

Os frutos da cidade de Tarumã-SP apresentaram os menores valores de umidade da polpa e os maiores valores de compostos fenólicos e de ácido ascórbico, indicando que talvez a quantidade reduzida de água no fruto promoveu uma maior biossíntese dos compostos bioativos.

O uso de ultrassom na extração de carboidratos gerou bons rendimentos com tempo menor de processo, além disso os carboidratos extraídos pela metodologia de extração assistida por ultrassom apresentaram maiores valores de compostos fenólicos totais.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo apoio financeiro para a pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Arrivetti LOR, Marconcini JM, Mattoso LHC, Galvani F, Corradini E. Extração e caracterização de fibras de gravatá (*Bromelia balansae* Mez) provenientes do Pantanal. Anais da I Jornada Científica. 2008; 1:106.
2. Reitz R. Bromeliáceas e a malária – bromélia endêmica. Flora Ilustrada Catarinense. 1983; 559.
3. Pardo MF, López LMI, Canals F, Avilés FX, Natalucci CL, Caffini NO. Purification of Balansain I, an Endopeptidase from unripe fruits of *Bromelia balansae* Mez (Bromeliaceae). J. Agric. Food Chem. 2000; 48:3795-3800.
4. Silva GM. Potencial antioxidante de frutos do cerrado e do pantanal, no estado de mato grosso do sul [dissertação]. Campo Grande:Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; 2010.
5. Fioravante MB, Hiane PA, Campos RP, Candido CJ. Qualidade nutricional e funcional de biscoito de farinha de caraguatá (*Bromelia balansae* Mez). Eniabeu E-journals. 2016; 9:221-235.
6. Basualdo I, Zardini EM, Ortiz M. Medicinal plants of Paraguay. Econ. Bot. 1995; 49:387-394.
7. Cariolatto LP. Fenologia, caracterização físico-química de frutos e sementes de *Bromelia balansae* no município de Santo Cristo – RS [dissertação]. Cerro Largo:Universidade Federal da Fronteira Sul; 2019.
8. Freitas MN. Caracterização química da polpa do gravatá (*Bromelia antacantha* Bertol.) [Conclusão de Curso]. Assis:Faculdade de Ciências e Letras da UNESP; 2019.
9. Kinupp VF, Barros IBI. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2008; 28:846-857.
10. Carvalho CP. Influências de baixas temperaturas no crescimento, conteúdo de carboidratos e aclimatização da bromélia endêmica *Nidularium minutum* Mez. cultivadas *in vitro*. [dissertação]. São Paulo:Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente; 2012.
11. Chen C, You LJ, Abbasi AM, Fu X, Liu RH. Optimization for ultrasound extraction of polysaccharides from mulberry fruits with antioxidant and hyperglycemic activity *in vitro*. Carbohydr. Polym. 2015; 130:122-132.
12. Oliveira CF, Giordani D, Lutckemier R, Gurak PD, Oliveira FC, Marczak LDF. Extraction of pectin from passion fruit peel assisted by ultrasound. LWT – Food Sci. Technol. 2016; 71:110-115.

13. Souza SVC. Procedimento para validação intralaboratorial de métodos de ensaio: delineamento e aplicabilidade em análises de alimentos [tese]. Belo Horizonte:Universidade Federal de Minas Gerais; 2007.
14. Filippou S. Aspectos da demografia, fenologia e uso tradicional do Caraguatá (*Bromelia antiacantha* Bertol.) no Planalto Norte Catarinense [dissertação]. Florianópolis:Universidade Federal de Santa Catarina; 2009.
15. Silva FC. Influência de variáveis meteorológicas do solo e nutricionais na força de desprendimento dos frutos do café [tese]. Lavras:Universidade Federal de Lavras; 2012.
16. Lima A, Silva AMO, Trindade RA, Torres RP, Filho JM. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). Rev. Bras. Frutic. 2007; 29:695-698.
17. Spoladore SF. Modelagem matemática da secagem de casca de maracujá e influência da temperatura na cor, compostos fenólicos e atividade antioxidante [conclusão de curso]. Campo Mourão:Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR; 2014.
18. Gabas AL, Romero JT, Menegalli FC. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2003; 23:66-70.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539657-125>

Capítulo 125

COMPOSTOS BIOATIVOS EM FRUTAS EXÓTICAS BRASILEIRAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Gabriela Carolina Milanezzi¹; Beatriz Camargo Barros de Silveira Mello²

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCN – UFSCar; E-mail: gcmilanezzi@gmail.com,

²Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – CCN – UFSCar; E-mail:
bia.mello@ufscar.br

Resumo: O Brasil, país tropical, possui diversidade de espécies frutíferas nativas e exóticas com potencial para consumo *in natura* e industrial. Essas espécies despertam o interesse devido à grande quantidade de compostos bioativos, como os carotenoides, compostos fenólicos e ácidos graxos. Este trabalho é uma revisão bibliográfica sobre compostos bioativos em frutas exóticas brasileiras.

Palavras-chave: bioativos; compostos; exóticas; frutas

INTRODUÇÃO

O Brasil, país tropical, possui diversidade de espécies frutíferas nativas e exóticas com potencial para consumo *in natura* e industrial. De acordo com Dantas (2018) os frutos explorados apresentam características sensoriais únicas e elevadas quantidades de compostos bioativos, como os carotenoides, compostos fenólicos e ácidos graxos, tais compostos podem desempenhar papel funcional além da nutrição básica (1, 2).

A elevada atividade antioxidante desses compostos bioativos é interessante tanto do ponto de vista nutricional quanto tecnológico. Estudos demonstram que a busca por dietas ricas em frutas e vegetais estão aumentando, devido ao potencial antioxidante encontrado nesses alimentos. Além disso, contribuem contra certos tipos de câncer, doenças cardiovasculares, anti-inflamatórios e muitos outros efeitos biológicos (3, 4).

Os carotenoides são pigmentos amarelos, laranjas e vermelhos, responsáveis pela coloração de vegetais e frutas. A sua distribuição nesses alimentos está correlacionada a fatores como variedade genética, maturação, pós-colheita, armazenamento, processamento e preparo (5).

Os compostos fenólicos são substâncias com vasta distribuição na natureza e produzidos como uma resposta a situações estressantes sofridas pelas plantas. Esses compostos apresentam um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo os seus grupos funcionais (5, 6).

O ácido ascórbico é uma vitamina presente em fontes vegetais e utilizado como aditivo antioxidante. No entanto, o organismo humano não possui a capacidade de sintetizá-la, sendo necessário realizar a suplementação através de alimentos (7).

Devido à alta biodiversidade brasileira e necessidade de informações sobre benefícios de espécies frutíferas exóticas exploradas, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica referente aos artigos que abordam a presença de composto bioativos em frutas exóticas brasileiras.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ALIMENTOS FUNCIONAIS

A compreensão de nutrição está sendo modificada, dessa forma o consumidor passou a buscar não somente uma dieta capaz de suprir e evitar déficits de nutrientes, mas também com objetivo na qualidade de vida. Esse interesse referente a composição dos alimentos e à busca alternativa por um estilo de vida mais saudável, proporcionaram o desenvolvimento de pesquisas na área de alimentos funcionais (8, 2).

A conceituação de alimentos funcionais foi inicialmente apresentada em meados de 1980, no Japão, para alimentos empregados na dieta cotidiana com benefícios fisiológicos, além de suas funções nutricionais. A exata definição do termo expõe variações, uma vez que não há uma padronização mundial na legislação, como nutracêuticos, farma-alimentos e alimentos medicinais (9, 10).

Conforme a portaria nº 398 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde brasileiro de 1999, define-se alimento funcional como:

O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (11).

Segundo *International Food Information Council Foundation (Ifici)*, órgão responsável pela comunicação de assuntos referentes a nutrição e consumidores no Estados Unidos, pode-se citar como exemplos de alimentos funcionais: frutas, grãos, hortaliças e alguns suplementos, desenvolvidos com o objetivo de auxiliar funções corporais e prevenção de algumas doenças (12).

Os alimentos funcionais abrangem as seguintes características (12):

- Alimentos convencionais consumidos diariamente;
- Compostos de substâncias naturais, às vezes, em concentração elevada ou presente em alimentos que geralmente não as supririam;
- Possuem efeitos positivos além do valor nutritivo básico, podendo aumentar o bem-estar e/ou reduzir riscos de doenças, proporcionando benefícios à saúde e melhor qualidade de vida, desempenho físico, psicológico e comportamental;
- Possuem propriedade funcional com embasamento científico;
- Alimentos em que a bioatividade de uma ou mais substâncias apresenta modificações.

A classificação dos alimentos funcionais pode ser realizada de acordo com, a fonte de origem, animal ou vegetal; ou benefícios que concedem em várias áreas do organismo. Esses são exercidos pela ação em vias fisiológicas e bioquímicas resultantes de interações entre substâncias e células ou tecidos, contribuindo para uma melhora no desempenho do organismo (2).

Os nutraceuticos, apesar de serem alimentos ou parte de alimentos que proporcionarem benéficos à saúde, seja de forma preventiva e/ou tratamento de doenças, diferenciam-se dos alimentos funcionais pois são comercializados na forma de cápsulas, pós e pílulas, uma vez que a quantidade de compostos bioativos nesses alimentos são baixas (13, 2).

COMPOSTOS BIOATIVOS

Os alimentos funcionais contêm compostos bioativos, também denominados de fitoquímicos, esses são responsáveis por auxiliar em processos metabólicos, prevenindo o surgimento de doenças cardiovasculares e anti-inflamatórias (8, 2).

Os compostos são produzidos como uma resposta do sistema de proteção das plantas contra agentes agressores, além disso, há uma ligação direta entre o ambiente em que essa foi cultivada e a produção dos bioativos. Alguns exemplos desses compostos são: fibras alimentares, antioxidantes, carotenoides, compostos fenólicos, ácidos graxos, vitaminas e outros (8, 12).

COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos são substâncias com vasta distribuição na natureza, presentes em frutas e vegetais. Esses compostos apresentam estruturas variáveis e multifuncionais, subdividem-se em dois grandes grupos: flavonoides e não flavonoides (5).

Os flavonoides abrangem a classe de pigmentos naturais, classificando-se em antocianinas, flavonas, isoflavonas, flavonóis, flavanonas e flavanas. Contendo uma das classes mais diversificadas do reino vegetal, sua conformação constitui-se de dois anéis aromáticos interligados por três carbonos, formando uma estrutura heterocíclica oxigenada (5, 3).

Estudos demonstram a importância dos flavonoides na saúde humana, apresentando um crescente interesse por esses compostos, devido a benefícios como atividade anti-inflamatória, controle de câncer, redução da oxidação do colesterol LDL (Acumulo de colesterol nos vasos sanguíneos) e outras propriedades (4).

Os não flavonoides têm sua atividade antioxidante relacionada com a posição dos grupos hidroxilas e também com a proximidade que o grupo $-CO_2H$ encontra-se em relação ao grupo fenil. Quanto maior a proximidade desse grupo com o fenil, maior é a capacidade antioxidante (5).

BIOACESSIBILIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS

A bioacessibilidade de compostos fenólicos, está relacionada à quantidade de compostos que atravessam a parede intestinal e tornam-se disponíveis para a absorção. A absorção desses compostos varia de acordo com a composição da matriz alimentar, dessa forma deve-se avaliar a interação entre os fenólicos e demais constituintes alimentares, à medida que tal fator impacta diretamente na bioacessibilidade (1).

A bioacessibilidade é impactada por outros fatores, como estrutura química, material vegetal, conteúdo proteico, pH, Temperatura, e presença de enzimas que podem atuar como inibidores ou potencializadores de absorção. Além disso, o processamento dos alimentos também apresenta influência na quantidade de compostos bioacessíveis, em decorrência principalmente de variação na temperatura e pH, ao longo das etapas (1).

Logo, é importante considerar tais fatores ao se analisar a bioacessibilidade dos compostos fenólicos, compreendendo a interferência desses ao se considerar absorção e eficácia como ingredientes funcionais (1).

CAROTENOIDES

Os carotenoides são pigmentos amarelos, laranjas e vermelhos, presentes em vegetais e frutas, sua distribuição nesses alimentos está correlacionada a fatores como variedade genética, maturação, pós-colheita, armazenamento, processamento e preparo (5).

Comumente os carotenoides dispõem em sua estrutura de uma cadeia poliênica, um sistema de ligações duplas conjugadas que pode apresentar substituintes contendo oxigênio. Os carotenoides que dispõem de mais que sete ligações conjugadas absorvem o oxigênio singlete por meio de dois processos físico ou químico. No físico a energia adquirida é dissipada na forma de calor, enquanto no químico ocorre a reação e formação de produtos de oxidação (5, 14).

Os carotenoides desempenham um papel nutricional importante, especialmente o β -caroteno (provitamina A). Além disso, apresenta ações biológicas relacionadas com sua capacidade antioxidante, favorecendo a proteção contra doenças cardiovasculares, câncer, cataratas e melhora do sistema imunológico (14).

ÁCIDO ASCÓRBICO

O ácido ascórbico dispõem de atividade antioxidante e funções biológicas, além de ser a principal forma biologicamente ativa da vitamina C. Uma vitamina solúvel em água, sensível a temperaturas elevadas, luz, radiação e não sintetizada por seres humanos, logo a forma de aquisição desta vitamina é através do consumo de frutas e vegetais (14).

FIBRAS ALIMENTARES

As fibras, presentes em algumas frutas, são o citoesqueleto dos vegetais e contribuem significativamente para o desenvolvimento do trato gastrointestinal, devido a capacidade de sequestrar água, ligar-se a sais biliares e minerais, degradar microrganismos, reduzir a ingestão de energia influenciando no esvaziamento gástrico, trânsito intestinal e absorção de nutrientes (8, 2, 15).

As fibras são classificadas em solúveis e insolúveis. As solúveis, como gomas e pectinas, atrasam o processo de esvaziamento gástrico, pelo aumento da viscosidade dos alimentos digeridos parcialmente e tendência em formar gel na presença de água, liberando insulina e produzindo sensação de saciedade. Além de ter seu consumo associado a prevenção de câncer no intestino, redução do colesterol LDL e triglicérides (8, 15).

As insolúveis, representadas por celulose, hemicelulose e lignina, provocam o aumento do bolo fecal e aceleração do trânsito intestinal, reduzindo a prisão de ventre e auxiliando na regularização da flora intestinal (8, 15).

FRUTAS EXÓTICAS

O Brasil dispõe de grande reserva de espécies nativas e importantes centros de diversidades genéticas, isso graças a sua localização geográfica e clima tropical. Contudo, dessas espécies poucas são conhecidas e exploradas, resultando em baixo consumo, produção e denominações variáveis como nativas, exóticas, tropicais ou regionais. Os biomas Floresta Amazônica, Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga, apresentam majoritariamente a produção desses frutos (7, 1).

A Floresta Amazônica detém aproximadamente 220 espécies de frutos comestíveis, representando cerca de 44% da diversidade de frutos nativos brasileiros. Esses frutos são explorados de forma extrativista ou comercializados no mercado local *in natura* ou polpa, ocasionando baixo valor agregado (1).

Os frutos nativos da Amazônia, como açaí (*Euterpe aleraceae* Mart.) e cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex. Spreng.) Schum], nos últimos anos se destacaram por sua comercialização em território nacional e internacional. De acordo com Gordon et al. (1), o mercado americano, europeu e japonês apresenta interesse nos derivados dos frutos amazônicos, pela presença de compostos bioativos e propriedades funcionais.

O açaí é um fruto de coloração roxa a negra, agrupados em cachos e com baga de diâmetros entre 1,0 a 1,4 cm. O fruto é conhecido regionalmente por seu elevado valor calórico, nutricional e percentual de lipídeos. Além disso, possui grande potencial econômico, devido a utilização de sua polpa na produção de bebidas energéticas (1, 16).

O cupuaçu apresenta sabor forte e sua polpa é empregada na preparação de doces, geleias, licores, sobremesas e cremes. A elevada aceitação do fruto entre os consumidores torna-o promissor para a indústria (1).

O Cerrado é uma das savanas mais ricas do mundo, contém diversos recursos naturais, com frutos de características nutricionais e sensoriais diferenciadas. A graviola (*Annona muricata* L.), produzida no Cerrado, é um fruto fibroso e ácido, com casca espinhosa, sabor exótico e atraente por consequência sua polpa é utilizada na elaboração de bebidas, doces, sorvetes e consumo *in natura* (1).

A Mata Atlântica, floresta tropical, contém frutos como a jabuticaba [*Myrciaria jabuticaba* (Vell.) O. Berg], amora-preta (*Rubus idaeus* L.) e framboesa (*Rubus idaeus* L.). Os “berry”, como são conhecidos no mercado internacional, tem ocasionado interesse dos consumidores e da indústria de alimentos por causa de seu conteúdo elevado de compostos fenólicos e antocianinas (1).

A jabuticaba é uma fruta brasileira, apropriada para o consumo *in natura* e para a indústria, podendo ser utilizada no preparo de sucos, vinhos, licor, vinagre, geleias e outros produtos. Entretanto o fruto tem a comercialização limitada por sua alta perecibilidade que comprometem a qualidade e aspecto externo (16).

Os frutos “berry” contém alta perecibilidade, com vida útil de 2 a 3 dias em climas quentes. Assim, transforma-los em polpas é uma alternativa efetiva na conservação das características sensoriais e nutritivas (1).

A Caatinga, bioma exclusivo brasileiros, possui várias espécies frutíferas pouco exploradas, como o cajá. O cajá é fruto nativo, amarelo, carnoso e agridoce com destaque entre produtores, pesquisadores e indústrias, em decorrência do seu elevado valor nutricional e potencial para utilização nas indústrias como matéria-prima para sorvetes, geleias, sucos, néctares e outros produtos (1).

Os compostos bioativos presentes nesses frutos podem variar. A tabela 1, expõe alguns compostos encontrados em diferentes frutos exóticos dos biomas brasileiros.

Tabela 25 – Compostos bioativos presentes em frutas exóticas brasileira.

Fruta	Compostos Bioativos	Referência
Açaí	Compostos fenólicos	329,57 mg.100g-1
	Carotenoides	2,28 mg.100g-1
	Antocianinas	73,54 ± 2,59 mg.100g-1
Cupuaçu	Compostos fenólicos	61,99 mg.100g-1
	Ácido ascórbico	9,65 mg.100g-1
Graviola	Compostos fenólicos	56,67 mg.100g-1
	Carotenoides	0,73 µg.g-1
	Ácido ascórbico	26,95 mg.100g-1
Jaboticaba	Compostos fenólicos	162,2 ± 7,67 mg.100g-1
	Antocianinas	242,75 ± 14,25 mg.100g-1
Cajá	Compostos fenólicos	102,88 ± 3,0 mg.100g-1
	Carotenoides	40,68 ± 2,4 µg.g-1 a 48,69 ± 1,57 µg.g-1

CONCLUSÕES

O Brasil desfruta de vasta biodiversidade e clima favorável para o cultivo de espécies frutíferas. Tais espécies dispõem elevado potencial à exploração e caracterização de seus frutos, de forma a valorizar e conhecer os benefícios que esses podem oferecer além da nutrição básica. Dessa forma, após a revisão bibliográfica, nota-se a necessidade de fomentar estudos relacionados ao aproveitamento dos nutrientes e compostos bioativos em frutas exóticas brasileiras, uma vez que essas podem auxiliar no desempenho do organismo, contribuindo contra certos tipos de câncer, doenças cardiovasculares, anti-inflamatórios e outros efeitos biológicos.

REFERÊNCIAS

1. Dantas AM. Avaliação da bioacessibilidade de compostos fenólicos de polpa de frutas nativas e exóticas oriundas dos distintos biomas brasileiros [dissertação]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2018.
2. Santos MT. Caracterização de compostos bioativos em frutas exóticas da mata atlântica [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2015.
3. Karwowski MSM. **Estudo da estabilidade, comportamento reológico e dos compostos fenólicos de frutas da mata atlântica** [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012.
4. Veggi P. Obtenção de compostos fenólicos de plantas brasileiras via tecnologia supercrítica utilizando cossolventes e extração assistida por ultrassom [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2013.
5. Silva MLC, Costa RS, Santana AS, Koblitz MGB. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*. 2010; 31.

6. Morais RA, Santos AL, Sousa HMS, Soares CMS, Silva DL, Martins GAS. Determinação dos compostos fenólicos totais em cascas de frutas encontradas no cerrado brasileiro. *Desafios*. 2020; 7:26-33.
7. Azevêdo JCS. **Características bioativas, funcionais e efeito protetor do resíduo desidratado de camu-camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. (*McVaugh*)) sobre doenças degenerativas utilizando modelos *in vivo* *C. elegans*** [tese]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.
8. Vizzotto M, Krolow AC, Teixeira FC. Alimentos funcionais: conceitos básicos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. 2010; 312:1-20.
9. Costa NMB, ROSA COB. Compostos bioativos com propriedades funcionais: alimentos funcionais: histórico, legislação e atributos. 2. Ed. Rio de Janeiro: Rubio. 2016.
10. Bernardes NR, Pessanha FF, Oliveira DB. Alimentos Funcionais: Uma breve revisão. **Ciência e cultura**. 2010; 6:11-19.
11. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ANVISA. (Brasil). Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos.
12. Salgado J. Perspectivas e tendências: alimentos funcionais. São Paulo: Oficina de Textos. 2017.
13. Vidal AM, Dias DO, Martins ESM, Oliveira RS, Nascimento RMS, Correia MGS. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. *Nutrição*. 2012; 1:43-52.
14. Barreto GPM. **Carotenóides e compostos bioativos: relação com propriedades anti-radical livre e corante em frutas tropicais** [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
15. Negri TC, Berni PRA, Brazaca SGC. Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. *Biosaúde*. 2016; 8:82-96.
16. Rufino MSM. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais** [tese]. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2008.
17. Santos GM. Contribuição da vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos no potencial antioxidante de produtos comerciais de açaí e cupuaçu [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2007.
18. Silva AKN, Beckman JC, Rodrigues AMC, Silva LHM. Avaliação da composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da polpa de açaí. *R. bras. Tecnol. Agroindustr.* 2017; 11:2205-2216.
19. Silva ACM. Compostos bioativos da polpa, casca e folhas da graviroleira sob diferentes métodos de secagem [dissertação]. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2016.

20. Calloni C. Jabuticaba (*Plinia trunciflora* (O. Berg) Kausel): composição química, atividade antioxidante *in vitro* e redução do estresse oxidativo/nitrosativo via modulação da função mitocondrial em cultura de fibroblastos humanos (MRC-5) [dissertação]. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2014.

ISBN 978-659953965-7



9

786599

539657

