



AGRON FOOD
ACADEMY

VOL 2

CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PESQUISAS E AVANÇOS

ORGANIZADORES

ELLEN GODINHO PINTO

WIASLAN FIGUEIREDO MARTINS

JACKSON ANDSON DE MEDEIROS

CAROLINA MADAZIO NIRO

KATARYNE ÁRABE RIMA DE OLIVEIRA



AGRON FOOD
ACADEMY

VOL 2

CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PESQUISAS E AVANÇOS

ORGANIZADORES

ELLEN GODINHO PINTO

WIASLAN FIGUEIREDO MARTINS

JACKSON ANDSON DE MEDEIROS

CAROLINA MADAZIO NIRO

KATARYNE ÁRABE RIMA DE OLIVEIRA



Venda proibida



Open access



Revisado por pares

EDITORES CHEFE

Carolina Madazio Niro
Jackson Andson de Medeiros

CORPO EDITORIAL

Carolina Madazio Niro
Ellen Godinho Pinto
Jackson Andson de Medeiros
Kataryne Árabe Rima de Oliveira
Wiaslan Figueiredo Martins

REVISÃO FINAL

Jackson Andson de Medeiros

CAPA

Carolina Madazio Niro

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

Ciência e tecnologia de alimentos [livro eletrônico] : pesquisas e avanços. -- Jardim do Seridó, RN : Agron Food Academy, 2022.
PDF

Vários autores.
Vários organizadores.
ISBN 978-65-995396-6-4

1. Alimentos 2. Alimentos - Análise
3. Biotecnologia 4. Ciência e tecnologia 5. Ciência e tecnologia - Pesquisas 6. Microbiologia 7. Tecnologia de alimentos I. Pinto, Ellen Godinho.

22-106632

CDD-664

Índices para catálogo sistemático:

1. Tecnologia de alimentos 664

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964



doi.org/10.53934/9786599539664

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

**Agron Food Academy
agronfoodacademy.com**

Apresentação

Com o projeto do e-book “Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisas e Avanços”, volume 2, pretende-se divulgar os mais recentes estudos da área, visando ajudar estudantes, pesquisadores e profissionais a terem novas perspectivas sobre as temáticas trabalhadas.

Nesse contexto, o e-book trabalhou dentro dos eixos temáticos: Controle de qualidade e segurança de alimentos; Inovação e desenvolvimento de novos produtos; Métodos analíticos aplicados em alimentos; Microbiologia e toxicologia dos alimentos; Análise sensorial e Pesquisas com o consumidor.

Comissão avaliadora

Me. Carolina Madazio Niro


























Me. Ellen Godinho Pinto

Me. Jackson Andson de Medeiros

Dr^a Kataryne Árabe Rima de Oliveira

Dr. Wiaslan Figueiredo Martins







Sumário

CAPÍTULO 1	10
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE VINAGRES ARTESANAIS ELABORADOS A PARTIR DAS CASCAS DE ABACAXI “TURIAÇÚ”	
Ingrid Caroline Costa da Silva  ; Marcelo Vinicius da Silva Oliveira  ; Maria da Glória Almeida Bandeira  ; Audirene Amorim Santana  ; Djavania Azevêdo da Luz  *	
CAPÍTULO 2	22
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE CASCA DE GUAPEVA (POUTERIA GARDNERIANA RADLK)	
Ellen Godinho Pinto  *; Bianca Ferreira Augustinho  ; Tulio Henrique Batista da Silva  ; Wiaslan Figueiredo Martins  ; Dayana Silva Batista Soares  ; Ana Paula Stort Fernandes 	
CAPÍTULO 3	29
PECTIN: CHARACTERISTICS, PROPERTIES AND ITS ROLE IN THE SURVIVAL OF PROBIOTICS	
Maryana Rogéria dos Santos  ; Roberta Maria Lins Mendes  ; Ester Ribeiro  *	
CAPÍTULO 4	52
ESTUDO DAS PRINCIPAIS TÉCNICAS ANALÍTICAS UTILIZADAS NA DETERMINAÇÃO DE CAFEÍNA	
*Rodrigo Vieira da Silva  ; Brenda Ventura de Lima  ; Larissa Dias Ferreira da Silva  ; Pedro Augusto Felicio Neves  ; Cinthia Maria Felicio  ; Pedro Henrique Isaias  ; Giovana Cândida Marques 	
CAPÍTULO 5	72
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO CAJUZINHO-DO-CERRADO SUBMETIDO AO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA SEGUIDO DE SECAGEM	
Nathiele Cristine Cunha Silva  ; Ellen Godinho Pinto*  ; Wiaslan Figueiredo Martins  , Dayana Silva Batista Soares  ; Ana Paula Stort Fernandes 	







CAPÍTULO 6**83****CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DA AMORA PRETA (*Rubus spp*): UMA REVISÃO**

Talita Fernandes Ferreira ; Larissa Costa de Oliveira ; Fabiana Cazeli Panage Lopes ; Otávio Henrique Ferreira ; Tatiana Nunes Amaral* 







CAPÍTULO 7**100****PROCESSAMENTO E ANÁLISE SENSORIAL DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO ADICIONADA DO EXTRATO DA PIMENTA ROSA**

Edson Douglas Silva Pontes *; Mayara Gabrielly Germano de Araújo ; Mayany Carolynny Germano de Araújo ; Handerson Lucas Duarte de Sales ; Vanessa Bordin Viera ; Natiéle Piovesan 






CAPÍTULO 8**109****AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE DIFERENTES MARCAS DE PRODUTOS LÁCTEOS**

David Santos Rodrigues *; Ranúsia Maria de Melo Lopes ; Hyan Matheus Freitas das Neves Silva ; Priscila Coeli Araújo Saraiva ; Emília Carmem da Silva ; Julieny Aline da Silva Nascimento 

CAPÍTULO 9**118****PERFIL DO CONSUMIDOR DE CAFÉ NO ALTO JEQUITINHONHA - MG**

Fabiana Cazeli Panage Lopes *; Deiviany Santana Santos Lima ; Patrícia Natalina dos Santos ; Gleydson Luiz de Oliveira Neto ; Mírian Andrade Santos Oliveira ; Tatiana Nunes Amaral* 







CAPÍTULO 10**125****CIÊNCIA SENSORIAL E MÍDIAS SOCIAIS: UMA REVISÃO**

Cristiane Teles Lima ; Edneia Correia de Souza ; Isabela Cristina Pascoal Reis ; Hugo José Martins Carvalho ; Tatiana Nunes Amaral *





CAPÍTULO 11**137****AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA NAS FARINHAS E SENSORIAL EM BISCOITOS COOKIE FORTIFICADOS COM FARINHA DE TURU (*Teredo sp*)**

Welliton Oliveira Miranda , Hugo Rangel Fernandes 

CAPÍTULO 12 **152****PERFIL DE CONSUMIDORES DE CARNE E PRODUTOS CÁRNEOS
CAPRINOS E OVINOS DA REGIÃO OESTE POTIGUAR**

Léia Ventura de Oliveira¹ ; Leyca Mirley Santos Silva¹ ; Elisabete Piancó de Sousa¹ ; Emanuel Neto Alves de Oliveira¹ ; Thamirys Lorraine Santos Lima^{1*} ; Danielle Martins Lemos² ; Luciene Mesquita Chavier de Carvalho¹ 





CAPÍTULO 13 **167****CONSUMO DE CAFÉ NO BRASIL: UMA REVISÃO**

Deiviany Santana Santos Lima *; Alanna Vitória Rocha Eliziário ; Larissa Karla de Jesus ; Tatiana Nunes Amaral 

CAPÍTULO 14 **180****CARACTERÍSTICAS DO CONSUMO DE EXTRATO AQUOSO DE TANSAGEM
(*Plantago major* L.) NO BRASIL**

Tahis Regina Baú *; Danielle Cristina Barreto Honorato Ferreira 

CAPÍTULO 15 **191****CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE
BRIGADEIROS ADICIONADOS DE NIBS DE CACAU ORIUNDOS DE
LIMOEIRO DO NORTE - CEARÁ**

Francielza Fernandes de Melo Silva ; Ingridy Luzia Silva Candido ; Pahlevi Augusto de Sousa ; Auriana de Assis Regis ; Elisabeth Mariano Batista ; Rafael Souza Cruz 

CAPÍTULO 16 **199****PRODUÇÃO, DESAFIOS E ESTRATÉGIAS UTILIZADAS NO
DESENVOLVIMENTO DE SUCOS PROBIÓTICOS FERMENTADOS DE
FRUTAS: UMA REVISÃO**

Gabriel Barboza da Silva ; Ester Ribeiro *

CAPÍTULO 17 **212****BACTÉRIAS DA AMAZÔNIA COM POTENCIAL USO EM PROCESSOS
FERMENTATIVOS E INDUSTRIAL**

Silvia Katrine Rabelo da Silva *; Sara Freitas de Sousa Ramos ; Raphael Carlos Ferrer de Santana ; Adrielle Leal Dias ; José Jeosafá Vieira de Sousa Júnior 

CAPÍTULO 18 **223****EFFECT OF PINEAPPLE PEEL FLOUR IN PROBIOTIC ICE CREAM ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES, CELL VIABILITY AND SENSORIAL ASPECTS**

Walkeane dos Santos Felismino Rocha Carneiro ; Leandro Finkler ; Christine Lamenha Luna Finkler ; Ester Ribeiro* 

CAPÍTULO 19 **240****EFEITO DA OZONIZAÇÃO NA CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS: REVISÃO**

Flaviana Coelho Pacheco¹; Ana Flávia Coelho Pacheco²; Jeferson Silva Cunha³; Paulo Henrique Costa Paiva⁴; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior⁵

CAPÍTULO 20 **249****POTENCIAL FERMENTATIVO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS AUTOCTONES: AVALIAÇÃO QUALITATIVA**

JEFERSON RENAM PINHEIRO RODRIGUES¹; JUAN CARLOS NASCIMENTO SILVA²; MARILENE DA SILVA LIMA³; THIBÉRIO PINHO COSTA SOUZA⁴; VANUSA ALVES DE OLIVEIRA⁵; ROMERO LUIS MENDONÇA SALES FILHO⁶; ANAMÉLIA SALES DE ASSIS⁷

CAPÍTULO 21 **256****DESENVOLVIMENTO DE SORO DE QUEIJO BOVINO DESPROTEINIZADO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE EXOPOLISSCARÍDEOS (EPS) MICROBIANO**

Saionara Soares¹; José Honório Pereira Lopes Neto¹; Renata Eça Santos¹; Maria Isabel Ferreira Campos¹; José Evangelista Santos Ribeiro²; Kerolayne Santos Leite³; Haíssa Roberta Cardarelli⁴

CAPÍTULO 22 **265****QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE MORTADELA DE CMS DE TILÁPIA DO NILO COM SABOR CAMARÃO**

Raimundo Bernadino Filho¹; Osvaldo Soares da Silva²

CAPÍTULO 23 **274****SORVETE SIMBIÓTICO “MOOD FOOD” UTILIZANDO YACON E *Lactobacillus plantarum* 299v: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Heloisa Cristina Mafra ¹; Ana Maria Fausto Brandt ²; Cíntia Maia Braga³

CAPÍTULO 24 **282****REVISÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE KOMBUCHÁ**

Bianca Ferreira Augustinho¹; Tulio Henrique Batista da Silva²; ; Ellen Godinho Pinto³;
Wiaslan Figueiredo Martins; Dayana Silva Batista Soares; Ana Paula Stort Fernandes





CAPÍTULO 25 **290****RASTREABILIDADE DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICOS - SANITÁRIAS DE QUEIJO DE COALHO TIPO ARTESANAL: UM ESTUDO DE REVISÃO**

Juane Queiroz Farias¹; Bianca da Silva Mendes²; Heloyse Sandra Silva³; Elizabeth Alves de Oliveira⁴; Deyzi Santos Gouveia⁵.

CAPÍTULO 26 **300****REVISÃO INTEGRATIVA ACERCA DOS ASPECTOS SOBRE A CONTAMINAÇÃO EM OVOS COMERCIALIZADOS NO BRASIL**

Eduarda Pereira da Silva¹; Igor Ferreira Brito²; Mayza Marques de Souza³; Deyzi Santos Gouveia⁴

CAPÍTULO 27 **310****MICRO-ORGANISMOS DE PREOCUPAÇÃO NO CULTIVO E CONSUMO DE TILÁPIA (*Oreochromis spp.*): UMA REVISÃO**

Leonardo de Jesus Siqueira *; Marisa Wansovski ; Elaine Alves dos Santos ;
Fernanda Raghianti 







CAPÍTULO 28 **322****INFLUÊNCIA DOS REVESTIMENTOS DE GEL DE ALOE VERA E GOMA DE FENO-GREGO NA ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA EM MAÇÃ CV. FUJI MINIMAMENTE PROCESSADA**

Raissa Souza Lazzaris¹; Ana Caroline Ferreira Carvalho²; Mirza Sullayma Lahud Barbary do Amaral³; Tuany Gabriela Hoffmann⁴; Sávio Leandro Bertoli⁵; Carolina Krebs de Souza⁶

CAPÍTULO 29 **333****DESENVOLVIMENTO DE BRIGADEIRO COM ADIÇÃO DA BIOMASSA DA BANANA VERDE**

Carolini Bravo Trindade Bordulis *; Leila Fagundes Conter ; Giovanna Bandeira Andersson 



CAPÍTULO 30 **342****CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE MORTADELA DE CARNE MECAMICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA COM SABOR DE CAMARÃO**

Raimundo Bernadino Filho *; Marcela Nobre Oliveira ; Marilene da Silva Lima 
; Ubieli Alves Araújo Vasconcelos  Gabriela Bezerra Mendonça  Silvana Nazareth de Oliveira 

CAPÍTULO 31 **356****O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE GOMAS DE MASCAR**

Raquel Bordignon ; Thainá Sabrina Haefliger Goldoni ; Maria Eduarda Peretti 
; Vanessa Cortina Zanetti ; Elis Samara Meyring ; Mirian Cristina Feiten 

CAPÍTULO 32 **373****PROSPECÇÃO CIENTÍFICA (2010-2020): ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E/OU APLICAÇÃO ALIMENTÍCIA DO ÓLEO EXTRAÍDO DO MESOCARPO DO BURITI (*Mauritia flexuosa* L.)**

Kelly Silva Pinheiro *; Josyanne Araújo Neves 

CAPÍTULO 33 **388****CARACTERÍSTICAS DO CUPUAÇU E POTENCIAL NUTRICIONAL E FUNCIONAL DAS SEMENTES PARA A AGROINDÚSTRIA**

Andressa Araújo de Souza ; Fabiane Macêdo Baraúna ; Vanessa Vieira Moraes 
; Jerusa de Souza Andrade ; Joana Maia Mendes ; Patrick Gomes de Souza 
; Antonio Augusto Marques Rodrigues 








CAPÍTULO 34 **399****ELABORAÇÃO DE SORVETE VEGANO COM ADIÇÃO DE PROBIÓTICO *Lactobacillus acidophilus*: AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL**

Stherfferson Douglas Pontes de Menezes ; Marinna Giovana Furtado Leoncio 
; Wanderléia de Aguiar Policarpo ; Márcia Facundo Aragão^{3*} 








CAPÍTULO 35 **409****DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS POR MEIO DO EMPREGO DE CARNE MECAMICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*): UMA REVISÃO**

Marisa Wansovski ; Leonardo de Jesus Siqueira ; Fernanda Raghianti ; Elaine Alves dos Santos 








CAPÍTULO 36**417****BIOPOLÍMEROS DE ALGINATO ADITIVADO COM RESÍDUO DE CENOURA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANTIOXIDANTE**

Nilton França Gonçalves ; Thamires Thaise Silva dos Santos ; Louryval Coelho Paixão ; Mikele Cândida Sousa de Sant'Anna ; Djavania Azevêdo da Luz ; João Gabriel Moreira da Silva ; Audirene Amorim Santana *








CAPÍTULO 37**436****ELABORAÇÃO DE NÉCTAR DE POLPA DE BACURI: ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E SENSORIAL**

Audirene Amorim Santana *; Glauberthy Costa Luz ; Gabriella de Almeida Barros ; Vitória Santos Pires ; Jhébica Alice Palheta Reis ; Luis Antonio Lopes Leão ; Louryval Coelho Paixão 








CAPÍTULO 38**451****PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILME ANTIOXIDANTE DE PECTINA CÍTRICA E EXTRATO DE JUÇARA**

Thamires Thaise Silva dos Santos ; Louryval Coelho Paixão ; Adones Almeida Rocha ; Mikele Cândida Sousa de Sant'Anna ; Ana Karoliny da Silva Raposo ; Gustavo Augusto Silva Santos ; Audirene Amorim Santana *







CAPÍTULO 39**469****POTENCIAL DE APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DOS RESÍDUOS DA FILETAGEM DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus* L.): UM ESTUDO DE REVISÃO**

Bianca Helena Leão Nunes *; Janille Valentim de Andrade ; Thamirys Lorraine Santos Lima ; Elisabete Piancó de Sousa ; Emanuel Neto Alves de Oliveira ; João Vitor Fonseca Feitoza ; Rerisson do Nascimento Alves 



CAPÍTULO 40**487****UMA ABORDAGEM SOBRE O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE ORIGEM VEGETAL NA FABRICAÇÃO DE ALIMENTOS**

Valdy Gomes dos Santos *; Gilsandro Alves da Costa ; Luiz Eliel Pinheiro da Silva ; Sílvio Jackson Félix Alves ; Poliana Martins Pereira ; Maria José Figueiredo ; Romário Oliveira de Andrade 

CAPÍTULO 41**506****APLICAÇÃO DE CRISTALIZAÇÃO EM FRUTAS EM DIFERENTES ESTAGIOS DE MATURAÇÃO E SUA QUALIDADE**

Ana Regina Simplício de Medeiros ¹; Marcus Vinicius de Souza Couto ⁴; Tatiana Zanella Rodrigues ⁵; Joanderson Gama Santos ⁶; Estefânia Fernandes Garcia ²; Patrícia Pinheiro Fernandes Vieira ³

CAPÍTULO 42**519****AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM E DA QUALIDADE DE NÉCTAR DE LARANJA COMERCIALIZADOS EM CURRAIS NOVOS - RN**

Geovana Vitória Barbosa de Medeiros ; Laura Vanessa Borges Paz ; Pahlevi Augusto de Sousa ; Auriana de Assis Regis ; Rafael Souza Cruz 

CAPÍTULO 43**526****MOTIVAÇÃO E LIDERANÇA EM AMBIENTES DE SEGURANÇA COLETIVA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO**

Ícaro Buregio de Lima ^{*}; Ethel Nicole Fernandez Monteilh ; Thayna Ceciliana 

CAPÍTULO 44**532****AVALIAÇÃO DE PARAMETROS DE ADULTERAÇÃO EM LEITE UHT COMERCIALIZADOS EM UMA REDE DE SUPERMERCADOS DA CIDADE SÃO LUÍS – MA**

Victor Nunes Paiva ; Maria da Glória Almeida Bandeira ; Audirene Amorim Santana ; Djavania Azevêdo da Luz ^{*}








**ANÁLISES FÍSICO-
QUÍMICAS DE
ALIMENTOS**

Capítulo 1

doi.org/10.53934/9786599539664-1

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE VINAGRES ARTESANAIS ELABORADOS A PARTIR DAS CASCAS DE ABACAXI “TURIAÇU”

Ingrid Caroline Costa da Silva ; Marcelo Vinicius da Silva Oliveira ; Maria da Glória Almeida Bandeira ; Audirene Amorim Santana ;
Djavanía Azevêdo da Luz *

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: djavanía.luz@ufma.br

Resumo: A polpa de abacaxi geralmente é bastante apreciada, entretanto, suas cascas normalmente são descartadas, sem nenhum reaproveitamento. Pensando em uma alternativa sustentável para evitar este desperdício do fruto, o presente trabalho teve como objetivo a elaboração de vinagres artesanais de cascas de abacaxi “Turiaçu”. Três formulações de vinagres artesanais a nível de bancada foram elaboradas. Destas foram avaliadas características físico-químicas (acidez % (p/v), teor alcoólico % (v/v), extrato seco (g/L), densidade relativa e pH) e microbiológicas (determinação de coliformes totais e termotolerantes). Os valores obtidos foram satisfatórios para as 3 amostras. O diferencial entre as formulações foi a concentração de ácido acético, pois, somente a amostra 1 (1Kg cascas inteiras, 2L água e 50g açúcar) apresentou valor condizente com a legislação vigente para vinagres que é de no mínimo 4%, enquanto, a amostra 2 (1Kg cascas inteiras e 2L água) e amostra 3 (1Kg cascas trituradas e 2L água) não atingiram este percentual, provavelmente porque precisariam de mais tempo para o término da etapa de fermentação. Algo que não era o foco do trabalho, pois se buscou elaborar formulações com o mesmo tempo de fermentação e assim fazer o estudo comparativo. Assim, concluiu-se que o vinagre da amostra 1 foi a melhor formulação elaborada, podendo ser produzida em grande escala como fonte de renda para a comunidade local, pois, desenvolver um novo produto a partir de uma matéria prima inaproveitável e com ingredientes de baixo custo é de grande incentivo para o crescimento econômico para o estado do Maranhão.

Palavras-chave: cascas; reaproveitamento; vinagres

INTRODUÇÃO

No Brasil, o vinagre é um produto que apresenta um mercado sólido, considerado um produto básico na culinária brasileira, além de ser utilizado como conservante ou como sanitizante, devido a sua ação bactericida (1).

O regulamento técnico de padrões de identidade e qualidade, diz que o vinagre é um produto obtido da fermentação acética de vinhos de frutas, de cereais, do mel, da mistura de vegetais, ou ainda da mistura hidroalcoólica adicionada de partes de vegetais, extratos

vegetais aromáticos, aromas naturais e condimentos (1). Permitindo-se no máximo 1,00 % (v/v) de etanol em uma temperatura de 20°C e no mínimo 4,00 % de acidez volátil (2).

Na indústria, a extração do suco das frutas gera quantidades significativas de resíduos popularmente conhecidos como bagaço. Estes resíduos são aproveitados na suplementação da alimentação animal ou despejados em lixões, ocasionando problemas ambientais e de saúde pública, devido a deterioração e mal cheiro, ocorre a proliferação de insetos e roedores. Uma vez que o volume representa inúmeras toneladas, agregar valor a estes subprodutos é de interesse econômico, social, científico e tecnológico (3).

Vinagres oriundos da fermentação de frutas possuem características oxidantes, que retardam o envelhecimento, são considerados superiores em qualidades sensoriais e nutritivas em comparação aos vinagres de álcool e vinho, além de apresentarem vitaminas, ácidos orgânicos, proteínas e aminoácidos provenientes do fruto e da fermentação alcoólica (4). A casca do abacaxi tem grande potencial de aproveitamento, por sua carga nutricional, como: açúcares, vitaminas, sais minerais e fibras (5).

O Maranhão ocupa a quinta posição em produção e área de abacaxi no Nordeste, com 1.218 ha, representando 5,4% da área do Nordeste, que por sua vez responde por 37,2% da área cultivada no País. O rendimento médio da cultura no Estado é de 19.445 kg ha⁻¹, contra 27.014 kg ha⁻¹ do Nordeste e de 29.456 kg ha⁻¹ da Paraíba, atualmente o maior produtor nacional. A Mesorregião Central, do Maranhão, é a mais tradicional no cultivo do abacaxi, com destaque para a cultivar ‘Pérola’, onde os municípios de São Domingos do Maranhão (808 ha), Tuntum (45 ha) e Grajaú (30 ha) respondem, juntos, por 70,2% da área cultivada no estado (6).

No entanto, tem crescido a exploração da cultivar ‘Turiaçu’ [*Ananas comosus* var. *Comosus* (L.) Merril], concentrada no município de Turiaçu - MA, com área atual de 149 ha (12,0% do total), sendo este o segundo maior produtor estadual. Os frutos do referido cultivar são muito apreciados, devido ao elevado teor de açúcares, peso médio e polpa amarela, cultivada com técnicas rústicas e tradicionais, em que predomina o plantio sem espaçamento definido, normalmente com frutos em elevado estágio de maturação (7).

Sendo a polpa do fruto muito apreciada devido a seu alto grau de doçura e suculência, as cascas normalmente são descartadas nos lixões urbanos e rurais. Em busca por uma alternativa sustentável a fim de evitar desperdícios, o presente trabalho teve como objetivo a elaboração de vinagres artesanais de cascas de abacaxi “Turiaçu” agregando, assim, valor econômico a um insumo que seria rejeitado, sendo um produto com características organolépticas exóticas e com a matéria prima extraída do próprio estado do Maranhão.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta e tratamento das amostras

As amostras dos abacaxis da espécie "Turiaçu" provenientes do município de Turiaçu - MA, foram adquiridos em feiras da cidade de São Luís – MA. Os mesmos foram acondicionados em caixas térmicas, transportados para um dos Laboratórios do Programa de Controle e Qualidade de Alimentos e Água da Universidade Federal do Maranhão (PCQA - UFMA). Os frutos foram devidamente lavados e escovados com bastante água corrente a fim de eliminar as sujidades aparentes e depois com auxílio de uma faca de cozinha limpa e higienizada foram descascados, e as cascas foram imersas em um recipiente com hipoclorito 100 ppb durante 15 min (sanitização), após esse tempo, as cascas foram lavadas novamente

com bastante água destilada e colocadas em um outro recipiente seco e higienizado com detergente comercial e água.

Antes de iniciar o processo fermentativo (natural) as cascas foram pesadas, e o peso total foi de 3Kg, onde as mesmas foram divididas em partes iguais para serem colocadas nos três recipientes.

Formulações dos vinagres artesanais

A partir das cascas foram elaboradas três formulações diferentes de vinagre artesanal, descritas a seguir:

Vinagre 1: Foram usados 1Kg cascas inteiras de abacaxi “Turiaçu”, colocadas em um frasco plástico com capacidade para 3L, onde as mesmas foram submersas com 2L de água mineral comercial, e adicionado 50g de açúcar refinado comercial. A solução foi agitada com auxílio de uma colher plástica de cabo longo para uma melhor homogeneização. A seguir, o frasco foi vedado com pedaço de tecido de algodão, preso com gases e semifechado com uma tampa plástica para que ocorresse o processo de fermentação alcoólica.

Vinagre 2: Esta formulação seguiu o mesmo procedimento descrito no Vinagre 1, com exceção da adição de açúcar.

Vinagre 3: Já para a elaboração deste vinagre, usou-se 1Kg cascas de abacaxi trituradas com o auxílio de um liquidificador doméstico e procedeu-se a formulação de acordo com o procedimento descrito na formulação 2.

O processo de fermentação alcoólica ocorreu durante quinze dias a temperatura ambiente ($\pm 27^{\circ}\text{C}$), para as 3 formulações propostas, tempo este onde ocorreu o desprendimento de gás. Logo após, as amostras 1, 2 e 3 foram filtradas com papel filtro e colocadas novamente em frascos cobertos com tecido e preso por gases conforme mostrado na figura 1, para que se iniciasse o processo de fermentação acética, o processo de fermentação acética foi de vinte dias. Após esse tempo, as amostras 1, 2, e 3 foram novamente filtradas com papel filtro e colocadas em garrafas de vidro para que as mesmas fossem pasteurizadas. A Figura 1 ilustra o processo de fermentação alcoólica das cascas de abacaxi - Turiaçu.



Figura 1 – Processo de fermentação alcoólica das cascas de abacaxi.
Fonte: Os autores.

O processo de pasteurização em bancada deu-se da seguinte forma: colocou-se as amostras em um banho-maria a temperatura de 60°C por 30 minutos, em seguida as amostras foram retiradas e colocadas em um banho de gelo à 0°C por 15 minutos (choque térmico). Após a pasteurização, as amostras foram transferidas para garrafas pets esterilizadas e iniciaram-se as análises físico-químicas e microbiológicas.

Caracterização físico-química e microbiológica

A metodologia seguida foi a do Instituto Adolfo Lutz (8) para as análises físico-químicas.

Determinação do pH

O pH das amostras foi determinado a partir do método potenciométrico a 20 °C, utilizando-se soluções tampão comerciais de pH 4,0 e 7,0. Calibrou-se o potenciômetro usando as duas soluções tampão. As amostras 1,2 e 3 foram colocadas em béqueres de 100mL separadamente, aproximadamente 20mL das amostras, em seguida, imergiu-se o eletrodo no béquer contendo a amostra homogeneizada a 20 °C (± 2 °C). Os resultados foram expressos com duas casas decimais.

Densidade relativa a 20°C e grau alcoólico

Fez-se uso de um Alcolyser (equipamento cedido por um laboratório em parceria, usado especificamente para medições de densidade e teor alcoólico), colocaram-se as amostras em cubetas próprias do aparelho para leitura das amostras, com tempo de leitura de aproximadamente 5 minutos.

Determinação de acidez total

O método foi baseado na titulação de neutralização de ácidos com solução básica (solução de NaOH 0,1 N devidamente padronizada) e fenolftaleína como indicador. A acidez total é expressa em meq/L para atender a legislação brasileira. A determinação foi feita transferindo-se 3 mL de cada amostra para erlenmeyer's individuais de 250 mL, adicionando 50 mL de água destilada juntamente com 2 a 3 gotas de fenolftaleína. A titulação foi realizada com solução de hidróxido de sódio até coloração rósea persistente ou até o ponto de viragem (pH 8,2-8,4).

Extrato seco

Para a determinação do extrato seco foram transferidos para cápsulas individuais previamente secas e taradas, 25 mL de cada amostra, evaporando a mesma, lentamente, em banho-maria a 100°C durante 3 horas consecutivas. Em seguida, as cápsulas com as amostras foram levadas à estufa a 100°C por 30 minutos. Os pesos foram determinados após as transferências das cápsulas da estufa para o dessecador, por no mínimo 15 min.

Determinação da acidez fixa

Foi obtida por evaporação da amostra, seguida de uma titulação dos ácidos residuais com álcali. Foram transferidos para um erlenmeyer de 250 mL um volume de 10mL de cada amostra juntamente com 100 mL de água destilada. O frasco foi levado para evaporar em banho-maria até a metade do volume, sendo resfriado em sequência, adicionado de 2 a 3 gotas de fenolftaleína e titulado com solução de hidróxido de sódio até coloração rósea.

Determinação de coliformes totais e termotolerantes

O método utilizado foi o da Membrana Filtrante (9). Foram coletadas 100mL das amostras 1, 2 e 3 e filtradas duas vezes simultaneamente usando filtros de membrana de Ø 47 mm e porosidade de 0,45µm, meio de cultura desidratado (m FC Broth Base) para termotolerantes e meio de cultura (m Endo Broth MF) para coliformes totais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fermentação alcóolica

A fermentação espontânea para produção de álcool em todos os ensaios foi realizada em condições ambientais similares ($\pm 27^{\circ}\text{C}$). A determinação do término aproximado da fermentação alcoólica após 15 dias de fermentação deu-se pela ausência de desprendimento de gás observado através da ausência de bolhas de ar na camada superior das amostras. Vale ressaltar que só a análise visual foi aplicada, porém, a literatura mostra métodos que podem confirmar o término da fermentação alcóolica a partir das determinações de açúcares redutores e sólidos solúveis totais (10). Após abertura dos frascos a etapa de fermentação acética foi iniciada. As amostras permaneceram sob fermentação até completar 20 dias, o tempo total de todo o processo foi de 35 dias contados desde o início dos experimentos.

Este trabalho teve como diferencial a não adição de leveduras, amplamente utilizadas para acelerar o processo de fermentação como, por exemplo: *Sacharomyces cerevisiae*, uma das espécies fermentativas mais utilizadas, devido a sua atuação efetiva, onde pode ocasionar altos níveis de bactérias acéticas (10).

Com o intuito de avaliar a fermentação mediante crescimento das leveduras presentes na própria fruta, optou-se por utilizar o método espontâneo de fermentação alcóolica. No entanto, como foram preparadas três amostras diferentes, durante o processo de fermentação alcóolica a amostra 1 que foi adicionada açúcar no preparo do vinagre apresentou uma velocidade de reação maior que as amostras 2 e 3 no que diz respeito a formação de álcool e liberação de dióxido de carbono, isso pode ser percebido pelo odor característico de fermentação e presença de bolhas de ar na parte superior da camada da mistura e consequentemente maior concentração de álcool, isso porque, maiores concentrações de açúcar possibilitaram obter maiores teores de etanol.

Segundo os resultados apresentados na Tabela 1, verificou-se que o residual de álcool mesmo depois da fermentação acética, foi maior na amostra 1, se comparado às outras amostras. Contudo, também observou-se residual nas amostras 2 e 3, esses resultados comprovaram que, mesmo em condições em que não acrescentou-se açúcar ocorreu produção de etanol, indicando a riqueza de compostos fermentáveis presentes nas cascas de abacaxi “Turiaçu”.

Tabela 1 – Resultado de concentração de álcool após fermentação acética.

Vinagres	Teor Alcoólico (%v/v)*
Amostra 1	0,15 ± 0,01
Amostra 2	0,05 ± 0,01
Amostra 3	0,03 ± 0,01

* Média ± Desvio padrão

Fonte: Os autores.

Fermentação acética

Inicialmente as amostras foram filtradas para retirada das cascas e resíduos sólidos formados durante a fermentação alcoólica. Os fermentados alcoólicos obtidos foram submetidos à fermentação acética, processo que envolve a oxidação do etanol e formação de ácido acético, com consumo de oxigênio e liberação de energia (11), produzidas pelas bactérias ácido-acéticas, principalmente dos gêneros *Acetobacter* e *Gluconobacter*, sendo de interesse industrial: *Acetobacteracei*, *A. xylinoides*, *A. curvum*, *A. acetigenum*, *A. orleanense*, *A. schuetzenbachii*, e *A. rances* (12). O pH ótimo para crescimento está na faixa de 5 a 6,5, no entanto, podem crescer em ambientes mais ácidos com pH entre 3 e 4 (12). Essas bactérias são de grande interesse econômico pela capacidade de produzir ácido acético e pelas alterações que provocam nos alimentos (13, 14). Durante o processo de fermentação acética houve a formação de uma camada gelatinosa nos fermentados como mostra a Figura 2. Essa camada gelatinosa segundo a literatura nada mais é de que a mãe do vinagre, substância polímera- gelatinosa produzida pelos próprios microrganismos de onde é proveniente as bactérias acéticas.



Figura 2 – Formação da mãe do vinagre durante processo de fermentação acética.

Fonte: Os autores.

Pasteurização

As amostras após o término da fermentação acética, foram filtradas e submetidas a pasteurização, com o intuito de eliminar microrganismos que pudessem causar danos à saúde das pessoas. A legislação brasileira determina que os vinagres devem ser obrigatoriamente pasteurizados (15). A Figura 3 apresenta as amostras 1, 2 e 3 depois do processo de pasteurização.



Figura 3 – Amostras depois do processo de pasteurização.
Fonte: Os autores.

Caracterização físico-química e microbiológica

pH

As leituras das análises de pH, foram realizadas de forma direta no equipamento, encontrando-se respectivamente os seguintes valores: amostras 1 (pH = 3,25), amostra 2 (pH = 3,84) e para amostra 3 (pH = 3,74). Por serem valores muito próximos, notou-se que a amostra 1 apresentou uma diferença um pouco maior se comparado às amostras 2 e 3. Se comparado com outros trabalhos da literatura, os valores obtidos foram inferiores ao relatado por Asquieri et al (16) para fermentado de jaca (pH=3,9) e superior quando comparado aos resultados de De Paula et al (17) para fermentado de umbu (pH=2,4). Já os valores relatados por Araújo et al (18) para fermentado de abacaxi variedade Pérola (pH=3,68) e para fermentado de manga variedade Rosa (pH=3,4 ± 0,56) percebe-se que estão mais parecidos com os valores encontrados nos fermentados deste trabalho. Segundo Asquieri et al (19), afirmam que baixos valores de pH conferem características de frescor nas bebidas, além de impedir a deterioração por micro-organismos contaminantes e manter a estabilidade do produto.

Densidade relativa a 20°C e grau alcoólico

A densidade relativa a 20°C baseia-se na relação existente entre o peso específico da amostra a 20°C em relação ao peso específico da água a 20°C que nas mesmas condições é igual a 1,0 (um). Todavia, com o uso do Alcolyser que é um equipamento que mede a densidade, teor alcóolico dentre outras coisas, através da relação entre densidade e álcool, os valores mostram que as amostras não apresentaram diferença significativa com relação a densidade e a concentração alcóolica, estando assim os valores dentro da especificação da legislação.

Os valores encontrados neste trabalho para este parâmetro foram: amostra 1 (1,0034 g/cm³); amostra 2 (1,0022 g/cm³) e amostra 3 (1,0016 g/cm³), se comparados com dados da literatura, foram menores, no entanto, com diferença irrelevante se comparado com os relatados por Barbosa (20) e por Marques et al (21) para vinagre de manga (1,0123 ± 0,000 g.mL⁻¹), vinagre de laranja (1,0198 ± 0,000 g.mL⁻¹), vinagre de arroz (1,0124 ± 0,00 g.mL⁻¹).

¹), vinagre de kiwi ($1,0113 \pm 0,001 \text{ g.mL}^{-1}$), vinagre de maracujá ($1,0089 \text{ g.mL}^{-1}$), vinagre de maçã ($1,0109 \pm 0,000 \text{ g.mL}^{-1}$) e vinagre de tangerina ($1,0104 \text{ g.mL}^{-1}$) em seu estudo sobre os padrões de identidade e qualidade de vinagres oriundo de frutas e vegetais.

Logo, pode-se afirmar que os vinagres elaborados das cascas do abacaxi “Turiaçu” não deixam a desejar em comparação aos demais estudos vistos na literatura, já que apresentaram valores similares de densidade relativa a 20°C e grau alcoólico.

Extrato seco total

Foram realizadas análises em triplicatas, e os resultados obtidos foram as médias encontradas das amostras 1, 2 e 3. O conteúdo de extrato seco total representa o material mineral e orgânico resultante da evaporação da água e substâncias voláteis da amostra. A legislação não estabelece um valor máximo para concentração de extrato seco, entretanto, reporta que deve ter no mínimo 6g/L. Os valores encontrados para as amostras 1,2 e 3 estão expostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados obtidos nas análises de extrato seco total

Vinagres	Extrato seco total (g/L)*
Amostra 1	$7,4 \pm 0,02$
Amostra 2	$6,9 \pm 0,02$
Amostra 3	$6,0 \pm 0,02$

*Média \pm Desvio padrão

Fonte: Os autores.

Os valores encontrados demonstram que não ocorreram diferença significativas nos extratos das amostras, comprovando assim, que a forma de preparo mesmo com algumas diferenças, leva a resultados semelhantes. No entanto, somente a amostra 1 que foi adicionada açúcar, que apresentou um valor mais elevado ($7,4\text{g/L}$), mas esse valor não muito diferente das demais amostras. Comparando com a literatura, o trabalho de (21) que determinou o extrato seco dos fermentados de algumas frutas, observou que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os vinagres de laranja com mel, kiwi, vinagre de laranja e vinagre de maçã, formando desta forma um grupo com teores de extrato seco variando entre $37,7 \text{ g/L}$ a $48,8 \text{ g/L}$.

Acidez volátil

A acidez do vinagre tem grande influência na aceitação sensorial do produto, a legislação brasileira exige um mínimo de 4,00% de ácido acético em vinagres, de forma que a difusão comercial e a aceitação dos produtos devem embasar-se no conhecimento de suas propriedades sensoriais, as quais contribuem para valorizar e proteger a genuinidade destes produtos (22). Como representado na Tabela 3, das amostras preparadas apenas a amostra 1 está de acordo com a legislação, onde apresentou percentual de 4,56% de ácido acético, na literatura encontrou-se resultados semelhantes para fermentados de cascas de abacaxi 4,55% (23), comprovando assim que a forma de preparo é eficiente para resultados aceitáveis à legislação vigente (1).

Tabela 3 – Concentração de ácido acético dos formulados x legislação

Vinagres	Conc. Ácido acético (%)*
Amostra 1	$4,56 \pm 0,02$
Amostra 2	$3,45 \pm 0,03$
Amostra 3	$3,37 \pm 0,02$

MAPA** Mínimo 4 (g/100mL)

*Média ± Desvio padrão

Legislação: **MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

Fonte: Os autores.

As demais amostras 2 e 3 analisadas apresentaram valores, para esta determinação, aquém do permitido para classificá-los como fermentados acéticos ou vinagres. Faz-se necessário, portanto, considerar o método de produção destes vinagres, uma vez que a composição química do vinagre está relacionada com a qualidade, a tecnologia e a matéria-prima utilizada na sua elaboração (24).

Coliformes totais e termotolerantes

Para as análises microbiológicas para coliformes totais e termotolerantes a figura 4 ilustra os resultados obtidos.

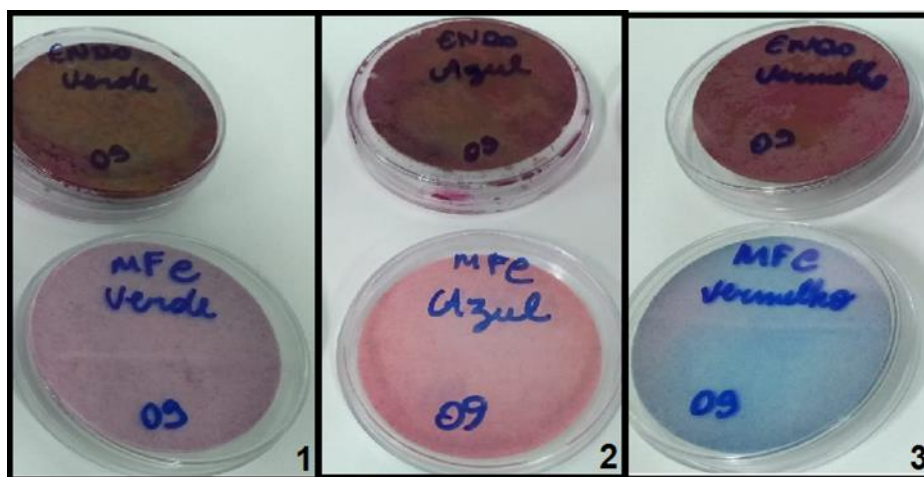


Figura 4: Análises microbiológicas das amostras

Fonte: Os autores.

Os resultados apresentaram-se de acordo com RDC nº 12 (25), onde se observou a ausência de coliformes totais e de coliformes termotolerantes, pois, não houve crescimento desses microrganismos no meio de cultura, demonstrando assim que a pasteurização a qual as amostras foram submetidas foi eficiente.

CONCLUSÕES

Os vinagres obtidos por fermentação espontânea apresentados neste trabalho mostraram que as leveduras naturalmente presentes no fruto foram eficientes na fermentação alcoólica, obtendo-se fermentados que mesmo depois de passarem pelo processo de fermentação acética ainda apresentaram residual de álcool dentro da especificação da legislação específica para vinagres.

As análises físico-químicas mostraram que os fermentados 1, 2 e 3 com relação ao pH, densidade relativa, grau alcóolico, estavam de acordo com a legislação (Portaria nº 745, de 24 de outubro de 1977), entretanto, o que diferiu entre as amostras foi o percentual de

ácido acético, onde a única amostra que apresentou resultado aceitável pela legislação foi a amostra 1, a mesma se diferencia das outras duas no preparo do fermentado, onde houve adição de açúcar comercial, dando assim melhores resultados, pois a velocidade na formação do álcool geralmente é maior.

Já as amostras 2 e 3 as bactérias acéticas presentes naturalmente no fruto não se mostraram eficientes para produção de elevados teores de acidez no fermentado espontâneo, obtendo-se fermentados com 3% de acidez em ácido acético, estando abaixo do que preconiza a legislação brasileira, sugerindo a presença predominante de espécies do gênero *Acetobacter*.

A formulação e caracterização de vinagres artesanais utilizando cascas de abacaxi “Turiaçu” foi satisfatória e, se apresenta como sendo uma alternativa sustentável, agregando valor a esse resíduo que geralmente é descartado em lixões, gerando assim, uma oportunidade de renda extra, aos pequenos e médios produtores desta iguaria agrícola no estado do Maranhão.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 6. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 2012.
2. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 259. Aprova as normas referentes à complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 2010.
3. Silva CEF, Gama BMV, Oliveira LMTM, Araújo LT, Araújo ML, Oliveira Junior AM, et al; Uso da laranja lima e seus resíduos no desenvolvimento de novos produtos, Brazilian Journal of Biosystems Engineering. 2016; v. 10(1): 69-96.
4. Aquarone E; Borzani W; Schmidell W; Lima UA. Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo: Ed. Blucher, v. 4, 1. ed., 2001.
5. EMBRAPA. Sistema de Produção de Vinagre – Dez.2008. [acesso em 07 de out 2021]. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>
6. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Culturas temporárias e permanentes. Produção Agrícola Municipal, Rio de Janeiro, v. 37, p.1-91, 2010.
7. Araújo LT. Estudo da produção e do envelhecimento do vinagre de laranja lima / Lucynei Tenório de Araújo. 2012.
8. INSTITUTO ADOLFO LUTZ - Normas Analíticas; métodos químicos e físicos para a análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
9. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual técnico de análise de água para consumo humano. Brasília: Funasa, 1999.
10. Figueredo EPZO. Produção de vinagre de jaboticaba. 2014.

11. Zilioli E. Composição química e propriedades funcionais no processamento de vinagres. [Tese]. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2011.
12. Yamada JI, Yukphan, P. Genera and species in acetic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*. 2008; vol. 125, 15-24.
13. Hoffmann A. Embrapa Uva e vinho. Sistema de produção de Vinagre. Bento Gonçalves, ago.2006. [acesso em 25 nov. 2021]. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/Vinagre/legislacao.htm>
14. Ivanovi RC. Fermentação acética: abordando transformações químicas e bioquímicas. 2011. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011. [acesso em 07 out. 2021]. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/343/1/PB_COQ_UI_2011_1_06.pdf
15. Spinosa WA. Isolamento, seleção, identificação e parâmetros cinéticos de bactérias acéticas provenientes de indústrias de vinagre. [Tese] – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.[acesso em: 07 out. 2021].Disponível em:http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver_documento.php?did=1106
16. Asquieri ER, Rabêlo AMS, Silva AGM. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 8 out. 2008; v. 28, n. 4, 881-887.
17. De Paula B, Carvalho Filho CD, Matta VM, Menezes JS, Lima PC, Pinto CD, et al. Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu. *Ciência Rural*. set. 2012; v.42, n.9, 1688-1693.
18. Araújo JRG.; Aguiar RAJ.; Chaves AMF.; Reis FO.; Martins MR. Abacaxi “Turiaçu”: cultivar tradicional nativa do Maranhão. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP*, Setembro 2012; v. 34, n. 3.
19. Asquieri ER, Candido MA, Damiani C, Assis EM. Fabricación de vino blanco y tinto de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba Berg*) utilizando lapulpa y la cáscara respectivamente. *Alimentaria (Madrid), Espanha*. 2004; v. 355, n. 355, 97-109.
20. Barbosa CD. Obtenção e caracterização de vinho e vinagre de manga (*Mangífera indica L.*): parâmetros cinéticos das fermentações alcoólica e acética / Cosme Damião Barbosa. – 2014.
21. Marques A, Chicaybam G, Araujo MT, Manhães LRT, Sabaa-Srur AUO. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangífera indica L.*) CV. Tommy Atkins. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal – SP*. Dez. 2010; v. 32, n. 4,1206-1210.

22. Granada GG, Mendonça CRB, Rosa VP, Zambiasi RC. Vinagres de folhas de videira: aspectos sensoriais. Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos. 2000; v. 18, n. 1, 51-56.
23. Santos G C., Método alternativo de produção de vinagre com reaproveitamento de cascas de frutas, PRINCIPIA, nº 16, João Pessoa Setembro de 2008.
24. Rizzon LA, Miele A. Características analíticas de vinagres comerciais de vinhos brasileiros. Brazilian Journal of Food Technology.1998; v. 1, n. 1.2, 25-31.
25. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Diário Oficial da União República Federativa do Brasil, Brasília, DF. [acesso em 20 out. 2021]. Disponível em:
http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES

Capítulo 2

doi.org/10.53934/9786599539664-2

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE CASCA DE GUAPEVA (*POUTERIA GARDNERIANA RADLK*)

Ellen Godinho Pinto * ; Bianca Ferreira Augustinho  ; Tulio Henrique Batista da Silva  ; Wiaslan Figueiredo Martins  ; Dayana Silva Batista Soares  ; Ana Paula Stort Fernandes 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: ellen.godinho@ifgoiano.edu.br

Resumo: A região do cerrado possui cerca de 204 milhões de hectares de extensão e é conhecido como um dos biomas com maior biodiversidade do mundo. Uma fruta típica dessa região é a Guapeva (*Pouteria gardneriana Radlk*), fruta de sabor adocicado, elevada carga nutricional e com ação antioxidante no organismo humano. O presente trabalho tem como objetivo avaliar as propriedades físico-químicas da casca de guapeva in natura e processada em forma de farinha. Com o fruto adquirido e sanitizado, separou-se a casca e levou-se uma parcela desta para a estufa à 60° C por 18 horas. Posteriormente foram realizadas as análises de pH, umidade, sólidos solúveis totais, vitamina C e fenólicos totais na casca in natura e desidratada. As análises de absorção em água e óleo e capacidade de formação de gel foram realizadas apenas na casca desidratada. Os resultados obtidos para a casca in natura foram 6,00; 78,05%; 11 °Brix; 1,09 mg/100g; 0,07 mgAGE respectivamente, sendo precedido pelo do casca desidratada que foram 6,00; 10,85 %; 19,5 °Brix; 0,47 mg/100g; 1,35 mgAGE; 7 g/g; 4,5 g/g e boa formação de gel em 10% de farinha. A farinha da casca do guapeva apresentou resultados físico-químicos satisfatórios, mostrando-se uma alternativa viável para melhor aproveitamento desse resíduo.

Palavras-chave: cerrado; desidratação; *Pouteria gardneriana Radlk*; regional

INTRODUÇÃO

A região do cerrado possui cerca de 204 milhões de hectares de extensão e é conhecido como um dos biomas com maior biodiversidade do mundo. Apresenta uma enorme diversificação de fauna e flora em suas diferentes fisionomias vegetais. Esta área inclui parte dos estados do Mato Grosso, Piauí, Bahia, Maranhão, Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rondônia, São Paulo e o Distrito Federal (1).

A flora do cerrado possui diversas variedades frutíferas com grande potencial de uso agrícola, tradicionalmente utilizadas pela população local (2). Essas frutas se destacam em termos econômicos, nutricional e social, devido ao seu sabor único e seus teores consideráveis de açúcar, proteínas, minerais, ácidos graxos e substâncias antioxidantes que geram efeitos benéficos para a saúde (3).

Mesmo diante de todos os benefícios apresentados pelas frutas nativas do Cerrado, ainda se tem poucos estudos e reconhecimentos sobre elas e sobre suas potenciais aplicações

(4). Informações sobre suas características físico-químicas se tornam ferramentas básicas para incentivar o consumo e uso destas na elaboração de novos produtos, pois esse conhecimento atrai olhares benéficos a maior aceitabilidade por parte dos consumidores, os quais buscam cada vez mais produtos funcionais e nutritivos (2).

Dentre estes frutos do Cerrado destaca-se a Guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk). É uma fruta com sabor adocicado, elevada carga nutricional e com ação antioxidante no organismo humano (5). A polpa é geralmente consumida in natura ou usada na elaboração de sucos, doces, picolés e outros subprodutos (6). Sua casca e semente são normalmente descartadas, gerando assim resíduos que causam impactos ambientais negativos (3).

O aproveitamento de resíduos se mostra uma alternativa viável para minimizar o desperdício de alimentos, sendo uma grande oportunidade de desenvolvimento de subprodutos. Em um país onde milhões de pessoas passam por necessidades nutricionais, buscar formas inovadoras de alimentação, oriundas de fontes de alimentos que são desperdiçados, podem ser uma alternativa nutricional viável (7).

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as propriedades físico-químicas da casca de guapeva in natura e processada em forma de farinha.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de Guapeva foram adquiridos na cidade de Morrinhos – GO sendo em seguida transportados para o laboratório de Análise de Alimentos do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos. Posteriormente foram lavados em água corrente e higienizados com auxílio de solução de hipoclorito de sódio a $100 \mu\text{L.L}^{-1}$ por 15 minutos, descascados e despulpados. Parte das cascas foram submetidas a secagem em estufa com circulação de ar a 60°C por 18 horas, adquirindo características mostrada na figura 1.



Figura 1 – Casca desidratada de Guapeva
Fonte: Os autores

Após o processo de secagem, a amostra foi moída em liquidificador e peneirada até atingir granulometria fina. Uma parcela da farinha adquirida está exposta na figura 2.



Figura 2 – Farinha da casca de Guapeva
Fonte: Os autores (2022)

As amostras in natura e farinha foram submetidas às análises físico-químicas de pH utilizando o pHmetro calibrado com soluções tampões, sólidos solúveis totais (°Brix) utilizando refratômetro, vitamina C com iodato de potássio e umidade em estufa a 105 °C, todas seguindo metodologia do Instituto Adolf Lutz (8). O teor de compostos fenólicos foi determinado seguindo metodologia de SWAIN & HILLS (9), o extrato alcoólico foi adicionado de 8 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente de Follin Denis. Em seguida, a solução foi homogeneizada em homogeneizador e deixou-se em repouso por 3 min. Após, adicionou-se 1 mL de solução saturada de carbonato de sódio anidro e deixou-se a amostra em repouso por 1 hora. Após o repouso, foram realizadas as leituras de absorbâncias em espectrofotômetro a 720 nm.

As análises de capacidade de absorção em óleo e água e formação de gel foram realizadas apenas na farinha. Para a capacidade de absorção em água e óleo utilizou-se a metodologia descrita por WANG E KINSELLA (10), com modificações. Pesou-se 2 gramas de farinha e adicionou-se 10 mL de água ou óleo e homogeneizou-se as por aproximadamente 2 minutos. Levou-se as para a centrífuga a 8000 rpm por 10 minutos e determinou-se a capacidade de absorção pela diferença de volume final menos volume inicial. A capacidade de formação de gel da farinha foi determinada de acordo com COFFMANN E GARCIA (11). Dispersões de concentrações das amostras (2%, 5% e 10%) foram realizadas em 20 mL de água e submetidas ao aquecimento à 90 °C por 30 minutos. Em seguida, foram resfriadas à temperatura ambiente e refrigeradas à 4 °C por 2 horas. Em seguida os tubos foram invertidos e analisados quanto à formação de gel.

Todas as análises foram realizadas em triplicatas e analisados estatisticamente pelo teste *t Student*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1. apresenta os valores físico-químicos da casca da guapeva in natura e da farinha da casca de guapeva. Para o pH pode observar-se que não houve diferença significativa entre a casca *in natura* e a farinha, ficando próximo ao encontrado em demais estudos (12) para a polpa da guapeva que foi de 5,9.

Os resultados do teor de umidade e de sólidos solúveis totais da casca guapeva *in natura* diferiu-se da farinha da casca da mesma, resultados esses que já eram esperados devido ação do processo de secagem mediante redução de água e concentração dos sólidos presentes. Entretanto, estudos semelhantes encontraram umidade inferior para farinha da casca de guapeva, entretanto, a temperatura de secagem foi superior à utilizada neste trabalho (3).

Tabela 1. Característica Físico-química da casca da guapeva in natura e da farinha.

Parâmetros	In natura	Farinha
pH	6,00 ± 0,00 ^a	6,00 ± 0,00 ^a
Umidade (%)	78,05 ± 0,65 ^b	10,85 ± 1,91 ^a
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	11 ± 0,00 ^a	19,5 ± 0,88 ^b
Vitamina C(mg/100g)	1,09 ± 0,10 ^b	0,47 ± 0,00 ^a
Fenólicos Totais (mgAGE)	0,07 ± 0,02 ^a	1,35 ± 0,67 ^b

Fonte: Autores (2022).

A casca da guapeva e a farinha da casca da guapeva apresentaram baixo teor de vitamina C, comparando com a polpa da fruta in natura que apresentou de 51,8 (mg/100g) em estudos sobre sua caracterização (12). Sabe-se que o binômio tempo-temperatura influencia na preservação do teor de vitamina C nas frutas.

O teor de fenólico totais na farinha da casca de guapeva se diferiu da casca in natura, indicando que a farinha tem capacidade antioxidante superior a casca. Possivelmente, esse aumento é devido a liberação de compostos fenólicos acumulados nos vacúolos das células que possuem suas fibras rompidas após a secagem (13). Nos alimentos, os compostos fenólicos têm influência na qualidade sensorial (cor, amargor e adstringência), e quando em grandes quantidades podem causar escurecimento enzimático, fator esse que é em sua maioria das vezes indesejado (3).

As propriedades tecnológicas da farinha da casca da guapeva estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Propriedade tecnológica da Farinha da casca de guapeva

Propriedades	Valores (g/g)
Índice de absorção em água	7
Índice de absorção em óleo	4,5

Fonte: Autores (2022)

Pode-se verificar que a capacidade de absorção em água foi superior ao índice de absorção em óleo. O índice de absorção de água é uma propriedade importante para formulações de produtos cárneos, pois permite a adição de água a fim de facilitar o manuseio da massa e evitar seu ressecamento, entretanto, a absorção em óleo favorece a retenção de sabor e torna agradável ao paladar; contribuindo, assim, com a aceitação sensorial do produto (14).

A Tabela 3 apresenta a capacidade de formação de gel da farinha da casca da guapeva em três diferentes concentrações (2, 5 e 10 %). O fenômeno de geleificação resulta na formação de uma rede tridimensional de carboidratos modificados ou não por processos térmicos, juntamente com moléculas de proteína e lipídios parcialmente desnaturadas (15).

Tabela 3. Capacidade de formação de gel da farinha da casca de guapeva

Percentual de farinha	Formação do gel
2%	±
5%	±
10%	+

*Testes Realizados em triplicata: (-) Ausência de geleificação; (±) gel fraco; (+) gel resistente.

A farinha da casca da guapeva nas concentrações de 2 e 5%, apresentaram gel fraco, o que poderá dificultar a aplicação nessas concentrações, entretanto, a 10% apresentou gel resistente, o que já é apreciado na panificação, devido ao fato de que a viscosidade é um parâmetro relacionado à capacidade do amido em absorver água, e, conseqüentemente ao grau de intumescimento dos grânulos de amido durante o aquecimento. Assim, quando existem grandes quantidades de grânulos com elevada capacidade de intumescimento, ocorrem elevados picos de viscosidade (15).

Os resultados que se diferiam dos encontrados na literatura podem ser atribuídas ao grau de maturação dos frutos, fatores endofoclimáticos e metodologias de análises (16,17).

CONCLUSÕES

A farinha da casca de guapeva apresentou resultados físico-químicos satisfatórios, tendo destaque em sua capacidade de absorção de água, fator esse que facilita seu manuseio. e a sua capacidade de formação de gel, na concentração de 10% se mostrou interessante para aplicar em produtos de panificação, sendo assim uma alternativa viável para o melhor aproveitamento desse resíduo, podendo ser utilizado para a elaboração de novos produtos, e posteriormente sendo avaliados em estudos futuros. O estudo da guapeva é de extrema importância socioeconômica e cultural, trazendo mais diversidade para o mercado e ainda contribuindo para a maior visibilidade dos frutos do cerrado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem: Ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos pela parceria e disponibilização de seus laboratórios para a realização das análises.

REFERÊNCIAS

1. Soares LV, Melo R, Oliveira WS, Souza PM, Schmiele M. (2017). Brazilian Cerrado fruits and their potential use in bakery products. HL. 2017.
2. Silva MR, Lacerda DBCL, Santos GG, Martins DMO. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. *Ciência Rural*. 2008; 38 (6): 1790 – 1793.
3. Barbosa TA, De Araújo IR, Siqueira APS, Lobato FS, Arruda EB. Study on Guapeva (*Pouteria gardneriana* Radlk) shelf life and physical-chemical characterization of the fruit peel flour. *Brazilian Journal of Development*. 2021; 7 (1): 8521 – 8535.
4. Araújo BSRM, Barros NVA, Porto RGC, Brandão ACAS, De Lima A, Fett R. Bioactive compounds and antioxidant activity three fruit species from the Brazilian Cerrado. *Revista brasileira de fruticultura*. 2019; 41 (3).
5. Siqueira APS, Oliveira JM, Machado DR, Lourenço MFC. Chemical characterization and antioxidant capacity of guapeva. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2017; 39 (spe).
6. Cabral JSR, Sales JF, Silva FG, Branquinho AC, De Oliveira RC. Physiological quality of guapeva (*pouteria gardneriana* radlk.) seeds during storage. *Global Science and technology*. 2013; 6 (01): 127 – 133.
7. Costa DFV, Silva AJ, Silva PAP, Sousa FC. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. *COINTER*. 2017.
8. IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
9. Swain T, Hills W. E. The phenolic constituents of *Punus domestica*. I. quantitative analysis of phenolics constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1959; 19 (1): 63 – 68.
10. Wang JC, Kinsella JE. Functional properties of novel proteins: alfalfa leaf proteins. *Journal Food Science*. 1976; 41 (3): 286 – 292.
11. Coffmann CW, Garcia JVV. Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour. *Journal Food Technology*. 1977; 12: 473 – 484.
12. Soares, CMS. Caracterização integral do fruto guapeva (*pouteria cf. gardneriana* radlk) e processamento de sua polpa na forma de geleia [Dissertação]. Palmas: Universidade Federal do Tocantins em Ciencia e Tecnologia de Alimentos; 2019.

13. Chism GW, Haard NF. Characteristics of edible plant tissues. Food Chemistry (edited by O.R. Fennema). 1996; 943 – 1011.
14. Borges MV, Sousa EB, Silveira MFA, Souza ARM, Alves VM, Nunes LBM, Barros SKA. Propriedades físico-químicas e tecnológicas da farinha do resíduo de açaí e sua utilização. Research, Society and Developmentv. 2021; 10 (5).
15. Santana GS, Filho JG, Egea MB. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. Revista de Agricultura Neotropical. 2017; 4 (2).
16. Potter NN. La ciencia de los alimentos. México, Edutex; 1973.
17. Hamacek FR. Caracterização física, química e valor nutricional de espécies frutíferas do cerrado de Minas Gerais. [Dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012.

Capítulo 3

doi.org/10.53934/9786599539664-3

PECTIN: CHARACTERISTICS, PROPERTIES AND ITS ROLE IN THE SURVIVAL OF PROBIOTICS

Maryana Rogéria dos Santos ; Roberta Maria Lins Mendes 
Ester Ribeiro 

*Ester Ribeiro – E-mail: ester.ribeiro@ufpe.br

Resumo: Pectin is a soluble fiber present in the cell wall of vegetables and is also found in abundance in the skins, marcs, and pulps of some fruits, as one of the main structural components of plants. Its industrial application is quite wide due to a chemical structure in its molecule that influences its molecular characteristics. It has gelling, stabilizing, and thickening characteristic properties, which vary according to its degree of esterification. Pectin extraction varies from the simplest and low-cost to the most sophisticated methods. Pectin can also produce beneficial physiological effects to health due to its prebiotic action, improving cholesterol levels and glucose tolerance, delaying gastric emptying, and selectively stimulating the healthy intestinal microbiota, decreasing the occurrence of intestinal or systemic diseases. Recent studies have demonstrated its positive effects on the survival of probiotics and how their incorporation into the formulation of functional foods has become more frequent because it is a promising and low-cost product. This review aims to describe the structure of pectin, as well as its classification, extraction methods, prebiotic properties, and health benefits, in addition, to show studies referring to its contribution in the formulation of foods and survival of probiotics.

Palavras-chave: functional foods; pectin; prebiotics; probiotics

INTRODUCTION

Fructans are fructose polymers, synthesized in vegetables, which act as a carbon reserve for plants. They have received prominence due to their biotechnological potential as dietary fibers and low-calorie sweeteners, being of great importance for human health (1). There are several types of fructans, they differ according to the type of bond between the carbons. Pectin is an example of a structurally complex fructan, containing more than 20 different types of chemical bonds (2, 3, 4). The groups of pectins are quite diverse and a characteristic that unites them is the presence of about 65% of galacturonic acid in its composition (5). In addition, the degree of methoxylation in the molecule will give these substances different characteristics (4, 5).

Pectins vary in structure and content, according to the source from which they are extracted. Vegetables and fruits contain these compounds, with a higher pectic content in

products such as beet pulp, apple pomace, and citrus albedo (6). They are located on the plant cell wall, associated with other components, and can be extracted in different ways, the most commonly used is extraction with acid at high temperature (7). To increase the yield of extracted pectin and thus obtain greater production of commercial pectin, the extraction method has been increasingly studied. The food and pharmaceutical industries are the ones that use this substance the most, due to its gelling and prebiotic properties (8).

The prebiotic potential of these complex polysaccharides confers benefits to humans since they influence the intestinal microbiota (9). In the colon, they favor the permanence of beneficial bacteria and are converted into acetic acid, butyric acid, and propionic acid, also known as short-chain fatty acids (10). The inclusion of these components in probiotic food products has been studied, as they generate a functional product that increases efficiency and guarantees beneficial effects to those who eat them (11, 12, 13). The purpose of this review is to provide an overview of the properties of pectin as a prebiotic potential and its use in conjunction with probiotic formulations, as well as to show the characteristics of this substance and the technologies used for its extraction.

CHEMICAL STRUCTURE OF THE PECTINES

The cell wall of plant cells is composed of several types of carbohydrates, which range from the most complex to the simplest type. Among these carbohydrates, there are polysaccharides with complex molecular structures, also called non-digestible carbohydrates (NDC), in which the enzymes of the human body cannot metabolize some bonds. However, intestinal bacteria play this role efficiently, as they have specific enzymes that help in the degradation of this molecule (14). Pectin is an example of a natural complex polysaccharide, found in fruits and other vegetables. Its structure is composed of units of galacturonic acid and is considered a heteropolysaccharide, as it is composed of different monosaccharides, in some regions, containing more than 20 different types of bonds (2, 3). The pectin molecule has three regions, also called polysaccharide motifs, well-defined: homogalacturonan region (HG), rhamnogalacturonan region 1 (RG1), and rhamnogalacturonan region 2 (RG2) (Figure 1) (8).

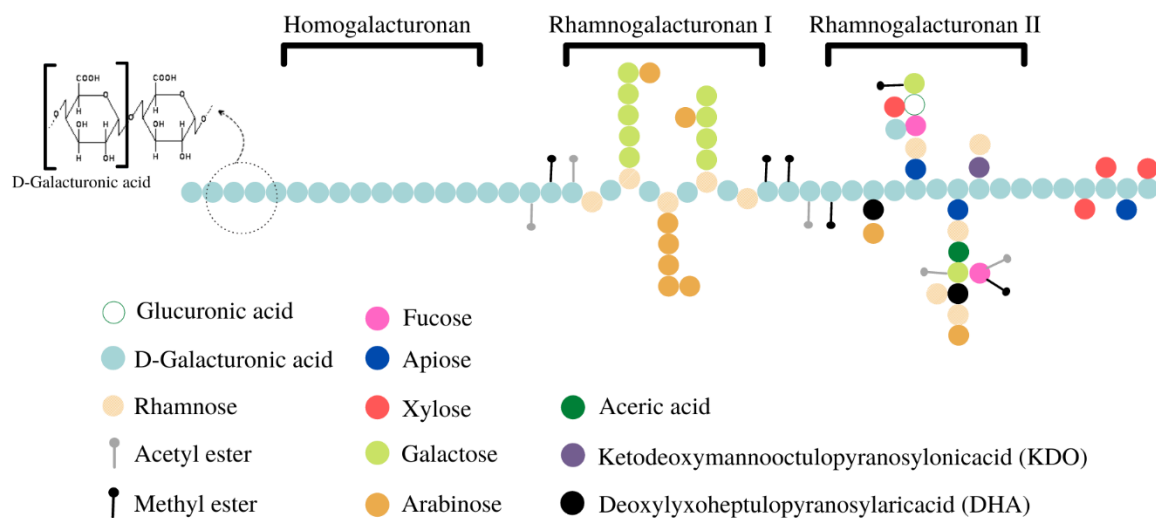


Figure 1 - Scheme of the pectin molecule. Adapted from Ridley (2001).

These polymers are mostly made up of HG, a homopolymer region that contains molecules of D-galacturonic acid (D-GalA) joined by α - (1 \rightarrow 4) bonds, which make the structure linear (Figure 1). In these regions, they contain carboxyls that may be methyl esterified or acetylated, and these esterifications are responsible for conferring a pectin functionality depending on the degree and pattern of the esterification (2, 15). Generally, these D-galacturonic acids of this HG domain are methyl esterified in C-6, and acetyl esterified an O-2 or O-3. These esterifications can influence self-association in this region, depending on the pH. When D-GalA in HG is not methyl esterified and has a negative charge, they can be associated with divalent ions, such as Ca^{+2} and, therefore, a low degree of methoxylation (DM) gives the molecule greater capacity to bind to Ca^{+2} ions (16). This ability to cross-link Ca^{+2} , when in pectin in situ, helps to maintain the rigidity of the cell wall, and when in extracted pectin, this association with cations makes it a gelling agent (17).

In the RG1 domain, there is a loss of linearity due to folds present in the main chain. RG1 represents about 35% of pectin, has functional diversity, and is composed of a highly branched region, containing several neutral molecules, such as arabinose and galactose (18). These side chains, with arabinan and galactan, are the most flexible parts of the molecule, with the arabinan region being the one with the greatest conformational freedom. The main chain of RG1 is composed of repeating disaccharide D-GalA and L-rhamnose [\rightarrow 4- α -D-GalA- (1 \rightarrow 2) - α -L-Ram- (1 \rightarrow] n, the branches are always associated with rhamnose units and the length of these chains and the composition of sugars can vary (Figure 1) (3). It is important to note that in this polysaccharide domain, D-GalA can be O-acetylated at the C-2 positions or C-3, or in the rhamnose in the O-3 positions, and it is not very common to find methyl esterifications in D-GalA (18).

RG2 is the most conserved region of the pectin molecule and is equivalent to about 10% of pectin. In the structure, the backbone is HG, containing a maximum of nine residues of D-GalA, which can be methyl esterified at C-6, and rear side residue chains

with up to 12 different types of sugars (Figure 1) (2). In this area of pectin, there may be an auto association, with the formation of RG2 dimers, through boron-diester bonds, which has already been observed in beet pectin (18). In addition, this structure is widely detected in pectins extracted from apples, kiwis, and carrots (19).

It is important to note that the structure of pectins can vary according to the plant species, the plant tissue, and the specific parts of the fruit. Generally, what differentiates one pectin content from the other is the composition of its sugars, chain length, and degree of esterification. However, although the composition and structure of the polysaccharide pectin are well known, there are still discussions about how these polymer domains are arranged in the macrostructure, with the most accepted conventional model being that in which the HG, RG1, and RG2 regions form the backbone, alternating between linear and more branched regions, as shown in Figure 1 (2). Among these domains, branched-chain domains receive less attention, since most of the commercialized pectin is mostly HG, examples of such pectins are those found in citrus fruits (17).

CHARACTERISTICS AND CLASSIFICATION OF PECTINS

Due to its chemical structure, pectin has several characteristics such as: having high molecular weight, being biocompatible, biodegradable, and non-toxic (19). In plants, pectin is reported in some studies as active in the ionic control and cell wall porosity, and helping the association of underlying cells (6). Another characteristic is that these pectic complex carbohydrates become more soluble as the fruits become more matured (20). In addition, these polysaccharides can be extracted from the cell walls of plants and used for various purposes, such as serving as a functional ingredient, due to their prebiotic properties and also as gelling or stabilizing agent, due to their ability to form gels (8, 19). Some studies demonstrate the use of pectin for the encapsulation of food or medication (20). Thus, pectin is a natural polysaccharide that can be applied in the pharmaceutical, food, and cosmetic areas, due to all these aforementioned properties above, arising from its molecular structure.

As previously stated, the structure of the pectin can vary according to the fruit, in which the quality of this vegetable is related to the molecular integrity of the pectin and the properties are linked to its nanostructure (21). As the structure directly influences the properties of the extracted pectins, there is a classification according to their structure. Thus, commercial pectins can be classified according to the percentage of methoxylation, that is, with the degree of esterification (DE) (22). When this value is greater than 50%, pectin is classified as high methoxylation (HM), and when less than 50%, it is defined as low methoxylation (LM) (19). As previously mentioned, DE affects pectin functionality and is related to cation association. As LM pectin has a greater number of free, non-methoxylated, negatively charged carboxylates, it has a higher charge density when compared to HM pectin (17). Consequently, the lower the DE value, the greater the ability to associate with cations. This association with different cations gives some important chemical properties to this macromolecule.

Gelling is a characteristic conferred by pectin and is particularly based on its structure and in its ability to bind to divalent cations molecules, mainly Ca^{+2} . This property involves the formation of pectin dimers through bonds between the negatively

charged carboxyl, with Ca^{+2} cations, which provide a network structure (17). In addition to this property, pectin has a lipid antioxidant capacity, also conferred by the association with cations, in this case, bonding with Fe^{+2} ions, which have the function of oxidant lipid in food products (17). The association of this non-digestible carbohydrate with ions such as Fe^{+2} and Zn^{+2} has already been reported to confer less bioaccessibility, as these minerals may not be released during digestion, making their absorption by the small intestine very unlikely (23).

SOURCES OF PECTIN

As already mentioned, pectins can be found in the cell wall of vegetables, associated with other components, their concentration varies according to the type of plant (24). Pectic content may be higher in some industrial agricultural products, such as beet pulp, apple pomace and citrus albedo, being greater than 15% on a dry weight basis (6, 25, 26) However, this fiber can also be found and extracted in significant quantities in several other fruits, such as passion fruit peel, mango peel, tomato pulp, banana peel (11, 27, 28, 29, 30). In the cell wall of these fruits, there are two layers, the primary cell wall and the secondary cell wall, the second being the most internal. In the primary cell wall, pectin concentration is about 20-35% and in the secondary around 10% (6). It is important to note that there is a region, called the middle lamella, located between the primary walls of neighboring cells, which is composed of pectin (19).

Not all plant matter that contains a certain amount of pectin is of a potential commercial source. In addition to the pectic content being variable among plant species, the degree of methoxylation and, consequently, its gelling and prebiotic properties may differ between different types of fruits. High methoxylation pectins are generally used in the food industries as gelling, stabilizing and thickening agents for the development of jams (31). In contrast, low methoxylation pectins can be substitutes for ice cream, fat, yogurt, and also low-calorie products (32).

Conventional sources of pectin which are those that have a higher pectin content, are generally the most utilized for commercial pectin production. Each of these pectins has its characteristic and, for this reason, has a specific utility. Apple pectin, for example, presents itself as a more viscous gel and citrus pectin constitutes a brittle gel (31), while sugar beet pectin has a high fraction of aggregated proteins which makes its gelling property less than that of other conventional sources (33). The characteristic emulsifying properties of pectins can be better visualized in sugar beet pectins, which have a high potential in the market (31).

Some pectins obtained from unconventional sources have different properties from those mentioned above. Generally, the yield obtained from the extraction of pectin from these sources is lower or the method of extraction is difficult. A high yield of 54.93% has already been observed in pectin extraction from the Caatinga passion fruit, in which there was no gel formation (11). Pectins from the olive pomace, on the other hand, manifested easy gel formation (34). The pectin yield observed in pulp and pumpkin skins was 7.46%, in addition to promoting the maintenance of intestinal probiotic bacteria (35, 36). Watermelon is another example of an unconventional source of pectin, 19-21%

pectin has already been obtained from its wet skin (37). This demonstrates that there is a wide range of vegetables with high potential for use in food industries, in addition to conventional ones.

METHODS OF PECTIN EXTRACTION

The extraction of pectin from these fruits or vegetables can occur in a variety of manners, the most commonly used is extraction with acid at high temperature. Generally, the most used acids are nitric, sulfuric, and hydrochloric acid (38). Despite being a simple technique, this process has some disadvantages, such as the production of large volumes of effluent, contributing to the pollution of the environment, and corrosion of equipment, due to the use of concentrated strong acids (28). Thus, one way to remedy these problems is to make use of organic acids, such as citric acid (39). This type of extraction has already been used to obtain pectin from passion fruit peel, beet pulp, and other vegetable bases (30, 40, 41).

The use of ultrasound in these acid extractions has also been studied increasingly recently and is an attractive technique due to the low use of energy and solvent (11, 42, 43). In a comparison between an acid extraction using a shaker and one using ultrasound, the latter guaranteed a higher pectin yield (11). Ultrasound extraction and microwave extraction are ecologically correct techniques that present advantages, such as minimal production of effluents, greater yield, and higher purity of the extracted polysaccharides, and provide greater control of the system and extraction parameters during the process (44). In addition, the association of these two techniques has been seen as a potential alternative to circumvent the possible disadvantages that each presents.

Other types of extraction have received prominence for extracting biological compounds more quickly and efficiently, such as continuous extraction by pulsed electric fields. This methodology has some advantages, as it guarantees greater yield with less extraction time, consumption of little organic solvent causes less pollution, and can be carried out at room temperature (45). The electromagnetic technique with heating has been another method investigated for pectin extraction. According to Zoambia *et al.* (46) in the extraction of pectin from citrus albedo, using the magnetic field technique, there was a reduction in the extraction time, greater yield, and maintenance of structural characteristics when compared to the conventional technique.

The extraction method using enzymes is a new technique for isolating pectin which can be realized in two modes: (I) using enzymes that degrade pectin and help to isolate fragments such as galacturonic acid and (II) using enzymes that isolate pectin through the breakdown of the plant cell wall (47). The use of this technique in conjunction with ultrasound has demonstrated good results in pectin extraction (31). However, enzyme extraction has been compared to acid extraction in obtaining citrus pectins and has not shown any relevant or significant differences in the results (48). Hence, the search for new methodologies that improve these parameters must continue. Verifying the best procedure and using the most suitable for extraction is extremely important to guarantee high performance and to have an economically viable quality product.

PREBIOTIC PROPERTIES AND HEALTH BENEFITS

In addition to its wide use as a coating material, gelling agent, stabilizer, and for preparation of edible films, pectin has been studied for its prebiotic properties (49, 50). By definition, a prebiotic is ‘a selectively fermented ingredient that allows specific changes, both in the composition and/or activity in the gastrointestinal microflora that confers benefits upon host well-being and health’. Prebiotics are carbohydrates not digestible by the gastrointestinal tract, many of them are selected based on their ability to promote the growth of lactic acid-producing microorganisms (51, 52, 53).

The beneficial effects of prebiotics are related to their influence on the intestinal microbiota and their ability to generate important intestinal gastric acids. During fermentation, they are converted into acetic acid, butyric acid, and propionic acid, also known as short-chain fatty acids (SCFA), as well as carbon dioxide, by the action of bacteria producing pectinolytic enzymes, such as those of the genera *Aerobacillus*, *Lactobacillus*, *Micrococcus*, *Enterococcus* (6). Specific changes occur in the composition and activity of the intestinal microbiota, exerting beneficial physiological effects on the health and well-being of the body, which contributes to reducing the risk of intestinal or systemic diseases, increased mineral absorption, modulation of lipid metabolism, modulation the secretion of gastrointestinal peptides involved in the regulation of appetite, inhibiting the adhesion of pathogens and favoring the growth of beneficial microorganisms such as *Bifidobacterium* and *Lactobacillus sp.* (51, 54, 55).

The effects they exert on the intestinal flora are determined by their chemical and physical-chemical characteristics (56), however, according to Canteri *et al.*, (6), the content of pectic substances varies according to the botanical origin of the plant product. The assessment of prebiotic potential is assessed by substrate consumption, distribution of metabolic products, and the effects on the number of bacteria (57). Studies report that pectic oligosaccharides (POS) affect the efficiency of cell adhesion and as a result interfere by preventing cell invasion by pathogenic bacteria. For bacteria to adhere effectively to cells, several attachment points are necessary and oligosaccharides possibly prevent the establishment of multiple bonds with bacteria by saturating receptor sites in cells (56, 58).

As previously mentioned, pectin can be fermented by the microbiota present in the colon, producing SCFAs and guaranteeing the permanence of beneficial bacteria in the intestine. However, depending on the structure, the characteristics of the fermentation process can be changed. It has been reported that low methoxylation pectins, for example, are fermented more efficiently and, consequently, generate greater amounts of SCFAs (59). In their research, Fissore *et al.* (60) observed that the low degree of esterification of pectin can selectively stimulate the growth of probiotic strains. However, according to Singh *et al.* (61), the degree of esterification of pectic oligosaccharides is not considered a key element in promoting prebiotic activity, but rather the length of the polymer and the structure of the POSs that are responsible for the growth of beneficial bacteria in the intestine. Zhu *et al.* (62) reported that there is a positive correlation between galactose and arabinose content with the prebiotic activity. According to Table 1, both low esterification and high esterification pectins can promote prebiotic effects. However,

there is a need for studies that include analysis based on the composition of sugar to contribute to the formulation of more effective functional foods.

Table 1 illustrates the prebiotic action of pectin in some microorganisms, according to the origin of the molecule and the degree of esterification. This action on the viability of certain bacteria has been extensively analyzed and information of this type is important, as it helps in the development of more efficient functional foods, since the use of a prebiotic, such as pectin, can add greater nutritional value to the probiotic formulated foods. An example of this combination is the symbiotics, which are suitable combinations of prebiotics and probiotics (63). The combination of *Bifidobacterium* with lemon pectin has been reported to stimulate members of the Ruminococcaceae and Succinivibrionaceae families, an obesity-related microbiota, which have been positively correlated with an increase in butyric and acetic acids (64). That is, this junction can stimulate bacteria-producing butyrate, as well is generally related to anti-inflammatory action.

Table 1 - Prebiotic activities conferred by pectins.

SOURCE OF PECTIN	DE	PREBIOTIC ACTIVITY – GROWTH AND MULTIPLICATION	MICRO-ORGANISM INVOLVED	REFERENCES
Citrus (lemon)	High	Helped in better growth of strains	<i>Lactobacillus amylovorus;</i> <i>Enterococcus faecium</i> and <i>Enterococcus faecium</i>	(65)
Pomelo and passion fruit peel	High	Promoted the growth and production of antimicrobials from lactic acid bacteria	<i>Pediococcus pentosaceus</i> RSU-Nh1 and <i>Lactobacillus plantarum</i> RSU-SO2	(66)
Spinach and karaka berries	Uninformed	Promoted better growth of strains	Bacteroides	(67)
<i>Ulmus davidiana</i>	Low	Increased the concentration of bacteria	<i>Lactic acid bacterias</i>	(68)
Beet pulp	Low	Stimulated growth of lactic acid bacteria, not contributing to the growth of pathogenic strains	<i>Lactobacillus rhamnosus;</i> <i>Lactobacillus plantarum;</i> <i>Lactobacillus curvatus;</i> <i>Lactobacillus casei;</i> <i>Lactobacillus fermentum;</i> <i>Lactobacillus acidophilus;</i> <i>Lactobacillus delbrueckii</i>	(69)
Citrus	High	Effective to increase growth, fermentation, acid tolerance, and survival in skimmed milk	<i>Bifidobacterium bifidum</i> and <i>Lactobacillus acidophilus</i>	(70)
Lemon and beet	High	They promoted strong bifidogenic	Bifidobacteria and Lactobacilli	(71)

peels		potential while a selective increase in lactobacilli		
Artichoke	Low	Selectively stimulated the growth of beneficial intestinal bacteria	<i>Lactobacillus plantarum</i> 8114 and <i>Bifidobacterium bifidum</i> ATCC	(60)
Beet and apple	Uninform ed	Stimulate the growth of beneficial bacteria in the colon	<i>Faecalibacterium prausnitzii</i> (A2-165, S3L / 3, L2-6, M21 / 2); <i>Eubacterium eligens</i> (DSM3376 = ATCC27750); <i>Bacteroides thetaiotaomicron</i> (ATCC 5482)	(72)
PECTIN	DE	PREBIOTIC ACTIVITY – PRESERVATION AND PROTECTION	MICRO-ORGANISM INVOLVED	REFERENCES
Apple peel	High	Preservation of microbial cells in the gelatinous system	<i>Lactobacillus paracasei</i> and <i>Lactobacillus plantarum</i>	(73)
Commercial (origin not informed)	Low	Protected bacteria during storage time	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. casei</i> , and <i>Saccharomyces boulardii</i>	(74)
Commercial (origin not informed)	Low	They guaranteed good in vitro stability and improved characteristics of the formulated product, increasing the survival rate of encapsulated cells	<i>Bifidobacterium breve</i>	(75)
Lemon, Orange, and beet	High	Protected probiotic bacteria during gastrointestinal transit	<i>Lactobacillus fermentum</i> PCC, <i>Lactobacillus reuteri</i> RC-14, <i>Lactobacillus rhamnosus</i> LGG and <i>Lactobacillus paracasei</i> F-19	(76)
Beet	Uninform ed	Improved cell viability after in vitro digestion	<i>Lactobacillus salivarius</i> NRRL B-30514	(77)
Commercial (origin not informed)	Low	Increased viability of cells exposed to acidic conditions and bile salts	<i>Lactobacillus plantarum</i>	(78)

PECTIN	DE	PREBIOTIC ACTIVITY – SCFA PRODUCTION	MICRO-ORGANISM INVOLVED	REFERENCES
Lemon	High	Promoted increased production of short-chain fatty acid in the intestine	Beneficial genera such as <i>Faecalibacterium</i>	(79)
Citrus	Low	Stimulated butyrate-producing bacteria,	<i>Bifidobacterium longum</i> BB-46 (T1), <i>B. longum</i> BB-46	(64)
Citrus	Uninformed	Promoted the growth of the strains and increased production of butyrate	<i>Lachnospira</i> , <i>Dorea</i> , <i>Clostridium e Sutterella</i>	(80)
Apple pomace	Uninformed	Promoted beneficial bacterial growth and increased concentrations of short-chain fatty acids	<i>Bifidobacterium adolescentis</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Bifidobacterium angulatum</i> , <i>Bifidobacterium pseudolongum</i> , <i>Bifidobacterium catenulatum</i> and <i>bacteroides vulgatus</i>	(81)

All articles in Table 1 refer to in vitro test experiments to assess the prebiotic effect in probiotic strains, whether promoting growth, maintaining viability, inhibiting pathogens, aiding in growth within stressed environments, or increasing the production of SCFAs. The methodologies used are based on pectic supplementation in appropriate culture media, evaluation through the feces of individuals, or using simulators of the gastrointestinal tract or colon, when analyzing fatty acid production. Analyzes related to the production of SCFAs are carried out after fermentation with pectin, using analytical techniques such as high-performance liquid chromatography (HPLC) (79). As the majority of the visualized studies are carried out in vitro, it was possible to observe a lack of studies on the application of these pectins in the formulation of food or drinks for human consumption, as well as complete analyzes of the benefits of these products for probiotics and for those who consume them.

In some studies, positive effects of the presence of pectin have been reported and observed by the stimulation of genera such as *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* (82). It can be seen in Table 1 that a wide variety of sources of pectin confer notable prebiotic effects under these specific strains. Other species, such as *Lachnospira*, *Dorea*, *Clostridium*, *Sutterella*, *Pediococcus pentosaceus* were also observed in greater quantity when growing together with pectin (66, 80). The incubation period for viability analyzes vary from study to study, with some of them checking the antipathogenic effect using strains such as *Escherichia coli* (69) It is also observed that studies carried out with pectins from the same source can promote different prebiotic effects, as is observed with

citrus pectin, as well as a given microorganism can be benefited differently by various pectic sources, in particular, *Lactobacillus* an example. However, more studies are still needed to close the gaps about the performance of prebiotics under these microorganisms, to understand how they promote growth and protection, and, consequently, make better use of these sources.

The protective effect on microorganisms provided by contact with these prebiotic pectic substances has also been observed in many other studies (76, 78). Due to this and other prebiotic activities, pectin is highly valued as a functional food ingredient and found in several pharmaceutical applications. This type of study is important because the viability of probiotic foods can be affected both by the shelf life and by the passage through the gastrointestinal tract, due to the stresses suffered, an example being acid stress (83). Experimental studies reported the use of pectin in the formulation of drugs for the treatment of diabetes, cholesterol, or systemic arterial hypertension (56, 71). In addition, pectin has also been studied in healing wounds and tissue engineering (84).

Soluble dietary fibers such as pectin increase the excretion of bile acids and consequently reduce serum cholesterol levels, however, bile acids can be reabsorbed by the small intestine and transported to the liver, and pectin contributes to the decrease in the reabsorption of these salts, as well as reducing the rate of glucose absorption resulting in decreased insulin production. Another reason why pectin promotes cholesterol reduction is due to its ability to form gels, in addition to its molecular weight and degree of esterification helps promote excretion and reduces cholesterol reabsorption. It also decreases blood fat, relieves pain, and reduces the incidence of heart disease. In addition, studies have shown that pectic substances can reduce low-density lipoprotein (LDL-c) and delay gastric emptying, promoting greater satiety and being a nutrient that plays a crucial role in reducing the risk of developing metabolic syndrome and other complications (85, 86).

Gullon et al. (81), reported that pectic oligosaccharides obtained in a refined form from apple pomace have prebiotic effects, which involve changes both in the production of metabolic products and in the bacterial count in the intestine, contributing to a healthy environment. The ingestion of passion fruit peel flour, for example, has a large number of dietary fibers, especially soluble ones such as pectin, contributing to the reduction of body weight gain, decreased fat deposition in the liver, improved glucose tolerance, and insulin sensitivity (86).

Pectic substances present, through their metabolism, a weak laxative tendency and selectively stimulate the growth of intestinal bacteria associated with health, especially by the action of butyric acid, for example, since it positively influences the health of the colon mucosa by inhibiting inflammation and carcinogenesis, including the prevention of mucosal invasion by enteropathogenic agents (60). In addition, another benefit observed by the action of pectins is that they can also act to reduce the digestion of lipids and consequently decrease the caloric content of fatty foods (87, 88). The anti-tumor properties associated with the consumption of pectin are mainly due to its role in immune protection and the ability to promote the growth of probiotics. Among the positive effects induced are the inhibition of tumor growth and metastasis, apoptosis of cells, and regulation of oncogenesis whose effect is systemic and is not limited to the

gastrointestinal tract (56, 89). Some studies have proven that pectins when modified chemically, through alkaline treatment and later treated with acids, manifest anticancer activity (90).

CONTRIBUTION IN THE FORMULATION OF PROBIOTIC PRODUCTS

Over the past few decades, consumer interest in better health and quality of life has increased, boosting the demand for natural products and food ingredients with functional properties to maintain a healthy intestinal ecosystem. Despite the current commercial availability of a wide variety of ingredients for this type of food, additional efforts in research and development are needed to increase its efficiency and develop new products (91).

The health and food industries have shown a growing interest in the use of prebiotic and probiotic microorganisms as adjuvants to the diet, and the use of pectin in food products is also widespread due to its properties related to the texture of food, being quite relevant in food technology. Furthermore, studies showed that the pectin obtained from fruits was effective in increasing the adhesion of probiotic bacteria to intestinal epithelial cells, reinforcing its prebiotic character, as seen by Parkar *et al.* (92), where the pectin extracted from the kiwi favored the adhesion of *Lactobacillus rhamnosus* and significantly inhibited the proliferation of *Salmonella typhimurium* in the intestinal mucosa when compared to inulin.

Pectin was already considered important in the food industries, being used to stabilize fruit juices with high protein content and foods fortified with antioxidants (93). Currently, the application of this complex polysaccharide has become even more essential due to its direct action on the survival of probiotics. In the study by Santos *et al.*, (11) that evaluated its use in the preparation of non-dairy probiotic drinks, the pectin extracted from the passion fruit peel contributed to the maintenance of the viability of *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 during 28 days of refrigerated stock of the drink. Andrade *et al.* (94) mention that pectins may have a greater protective effect for this species of *Lactobacillus* during storage and without the gastrointestinal tract compared to inulin. In turn, Nazzaro *et al.* (51) demonstrated that pectins promoted greater resistance to *Lactobacillus acidophilus* cells in the situation of the stress emitted by gastric acidity, due to changes in the cellular protein profile and to the production of sodium butyrate, derived from butyric acid, capable of acting on mucous intestinal regeneration and regulate cell differentiation.

In another investigation by Nazzaro *et al.* (51), while evaluating the viability of the probiotic *Lactobacillus plantarum* subsp. *plantarum* after its simulated passage through the gastrointestinal tract, they observed that pectin induced cellular resistance to the stress caused by gastric and pancreatic gastrointestinal juices. Therefore, pectin as a prebiotic can be considered a good option to improve microbial resistance to adverse conditions present in the body, increasing its survival along the gastrointestinal tract, as well as its ability to adhere to the mucosa.

The presence of pectin lyases, an enzyme that acts in the degradation of this complex polymer in the organism of probiotic bacteria is an important factor to take into

consideration during the formulation of probiotic products, as it presents a reduced enzymatic hydrolysis rate in high esterification pectins, however, the presence of a pectin lyase with high degradation capacity of pectins with high DE has already been observed in *Bacillus sp.* (95). Thus, for the development of functional and probiotic products that promote the health of the host, the use of pectin is quite interesting but requires further studies on its structure and on the microorganisms that can degrade it.

CONCLUSION

Pectin is a complex polysaccharide, found in vegetables and, due to its molecular structure, has interesting properties for application in the food and pharmaceutical industries. In addition to being a gelling agent, it promotes several benefits to human health, as it is a dietary fiber with a prebiotic effect. The ingestion of these pectic substances acts promoting the growth, protection, and maintenance of probiotic bacteria in the colon and during passage through the gastrointestinal tract, production of short-chain fatty acids, and inhibiting pathogens. In addition, they have the advantage of having low-cost extraction methods and being easy to use, making them an excellent option in the production of probiotic foods. The commercial use of this product has been growing and more studies are needed on new commercial sources of pectin and rapid methodologies that guarantee high yields of pectin production.

REFERÊNCIAS

1. Gonzalez-Diaz RL, Rodriguez-Gomez F, Cortes-Romero C, Exohidrolasas fructosílicas y su importancia en el metabolismo de fructanos en Agave tequilana Weber var. azul. Rev Colomb Quim. 2020; 49(3): 3-12
2. Christiaens S, Van Buggenhout S, Houben K, Jamsazzadeh Kermani Z, Moelants KR, Ngouémazong ED, ... and Hendrickx ME, Process–structure–function relations of pectin in food. Crit Rev Food Sci Nutr. 2016; 56(6):1021-1042.
3. Tian L, Bruggeman G, van den Berg M, Borewicz K, Scheurink AJ, Bruininx E, ... and Gruppen H, Effects of pectin on fermentation characteristics, carbohydrate utilization, and microbial community composition in the gastrointestinal tract of weaning pigs. Mol Nutr Food Res. 2017; 61(1): 1600186.
4. Ropartz D and Ralet MC, Pectin Structure. In: Pectin: Technological and Physiological Properties. Springer. 2020; Cham,17-36
5. Liang LI, and Luo Y, Casein and pectin: Structures, interactions, and applications. Trends in Food Sci Technol. 2020; 97: 391-403.

6. Canteri MHG, Moreno L, Wosiacki G and Scheer AP, Pectin: from raw material to the final product. *Polímeros*. 2012; 22(2): 149-157.
7. Vasconcelos JCB, Avaliação do rendimento da extração de pectina da farinha da casca de banana verde tipo cavendish (musa aaa) utilizando um planejamento fatorial; 2020.
8. Chen J, Liu W, Liu CM, Li T, Liang RH, and Luo SJ, Pectin modifications: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017; 55(12): 1684-1698.
9. Vandeputte D, Falony G, Vieira-Silva S, Wang J, Sailer M, Theis S, ... and Raes J, bPrebiotic inulin-type fructans induce specific changes in the human gut microbiota. *Gut*. 2017; 66(11): 1968-1974.
10. Li W, Zhang K and Yang H, Pectin alleviates high fat (lard) diet-induced nonalcoholic fatty liver disease in mice: possible role of short-chain fatty acids and gut microbiota regulated by pectin. *J Agric Food Chem*. 2018; 66(30): 8015-8025.
11. Santos E, Andrade R, Gouveia E, Utilization of the pectin and pulp of the passion fruit from Caatinga as probiotic food carriers. *Food Biosc*. 2017; 20: 56–61.
12. Costa MGM, Fonteles TV, de Jesus ALT and Rodrigues S, Sonicated pineapple juice as substrate for *L. casei* cultivation for probiotic beverage development: process optimisation and product stability. *Food Chem*. 2013; 139(1-4): 261-266.
13. Peres CM, Peres C, Hernández-Mendoza A and Malcata FX, Review on fermented plant materials as carriers and sources of potentially probiotic lactic acid bacteria—with an emphasis on table olives. *Trends Food Sci Technol*. 2012; 26(1): 31-42.
14. Lombard V, Golaconda Ramulu H, Drula E, Coutinho PM and Henrissat B, The carbohydrate-active enzymes database (CAZy) in 2013. *Nucleic Acids Res*. 2014 42(D1): D490-D495.
15. Alba K, Campbell GM and Kontogiorgos V, Dietary fibre from berry-processing waste and its impact on bread structure: a review. *J Sci Food Agric*. 2019; 99(9): 4189-4199.

16. Ngouémazong DE, Tengweh FF, Fraeye I, Duvetter T, Cardinaels R, Van Loey A, ... and Hendrickx M, Effect of de-methylesterification on network development and nature of Ca²⁺-pectin gels: Towards understanding structure–function relations of pectin. *Food Hydrocol.* 2012; 26(1): 89-98.
17. Celus M, Kyomugasho C, Van Loey AM, Grauwet T and Hendrickx ME, Influence of pectin structural properties on interactions with divalent cations and its associated functionalities. *Compr Rev Food Sci F.* 2018; 17(6): 1576-1594.
18. Alba K and Kontogiorgos V, Pectin at the oil-water interface: Relationship of molecular composition and structure to functionality. *Food Hydrocoll.* 2017; 68: 211-218.
19. Freitas, Cariny Maria Polesca et al. Structure and applications of pectin in food, biomedical, and pharmaceutical industry: A review. *Coatings.* 2021; 11(8): 922.
20. Zdunek A, Pieczywek P M, Cybulska J. The primary, secondary, and structures of higher levels of pectin polysaccharides. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 20, n. 1, p. 1101-1117, 2021.
21. Liu D, and Cheng F, Advances in research on structural characterisation of agricultural products using atomic force microscopy. *J Sci Food Agric.* 2011; 91(5): 783-788.
22. Zheng, Ling et al. Pectinolytic lyases: a comprehensive review of sources, category, property, structure, and catalytic mechanism of pectate lyases and pectin lyases. *Bioresources and Bioprocessing*, v. 8, n. 1, p. 1-13, 2021.
23. Vanitha T and Khan M, Role of pectin in food processing and food packaging. *Pectins-extraction, purification, characterization and applications*; 2019.
24. Almohammed F, Koubaa M, Khelfa A, Nakaya M, Mhemdi H and Vorobiev E, Pectin recovery from sugar beet pulp enhanced by high-voltage electrical discharges. *Food Bioprod Process.* 2017; 103: 95-103.
25. Dranca F and Oroian M, Ultrasound-assisted extraction of pectin from *Malus domestica* ‘Fălticeni’ apple pomace. *Processes.* 2019; 7(8): 488.

26. Grassino AN, Halambek J, Djaković S, Brnčić SR, Dent M and Grabarić Z, Utilization of tomato peel waste from canning factory as a potential source for pectin production and application as tin corrosion inhibitor. *Food Hydrocoll.* 2016; 52: 265-274.
27. Seixas FL, Fukuda DL, Turbiani FR, Garcia PS, Carmen LDO, Jagadevan S and Gimenes ML, Extraction of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) by microwave-induced heating. *Food Hydrocoll.* 2014; 38: 186-192.
28. Wang M, Huang B, Fan C, Zhao K, Hu H, Xu X, ... and Liu F, Characterization and functional properties of mango peel pectin extracted by ultrasound assisted citric acid. *Int J Biol Macromol.* 2016; 91: 794-80.
29. Oliveira TÍS, Rosa MF, Cavalcante FL, Pereira PHF, Moates GK, Wellner N, ... and Azeredo HM, Optimization of pectin extraction from banana peels with citric acid by using response surface methodology. *Food Chem.* 2016; 198: 113-118.
30. Robledo VR and Vázquez LIC, Pectin-Extraction, Purification, Characterization and Applications. In *Pectins-Extraction, Purification, Characterization and Applications.* IntechOpen; 2019.
31. Tromp RH, de Kruif CG, van Eijk M and Rolin C, On the mechanism of stabilisation of acidified milk drinks by pectin. *Food Hydrocol.* 2004; 18(4): 565-572.
32. Funami T, Zhang G, Hiroe M, Noda S, Nakauma M, Asai I, ... and Phillips GO, Effects of the proteinaceous moiety on the emulsifying properties of sugar beet pectin. *Food Hydrocol.* 2007; 21(8): 1319-1329.
33. Jiménez A, Rodríguez R, Fernández-Caro I, Guillén R, Fernández-Bolaños J and Heredia A, Olive fruit cell wall: degradation of pectic polysaccharides during ripening. *J Agric Food Chem.* 2001; 49(1): 409-415.
34. Košťálová Z, Hromádková Z and Ebringerová A, Structural diversity of pectins isolated from the Styrian oil-pumpkin (*Cucurbita pepo* var. *styriaca*) fruit. *Carbohydr Polym.* 2013; 93(1): 163-171.
35. Jun HI, Lee CH, Song GS and Kim YS, Characterization of the pectic polysaccharides from pumpkin peel. *LWT.* 2006; 39(5): 554-561.

36. Banerjee J, Singh R, Vijayaraghavan R, MacFarlane D, Patti AF and Arora A, Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. *Food Chem.* 2017; 225: 10-22.
37. Yapo BM, Lemon juice improves the extractability and quality characteristics of pectin from yellow passion fruit by-product as compared with commercial citric acid extractant. *Bioresour Technol.* 2009; 100(12): 3147-3151.
38. Canteri-Schemin, M. H., Fertoni, H. C. R., Waszczynskyj, N., & Wosiacki, G. Extraction of pectin from apple pomace. *Brazilian arch biol technol.*, 2005; 48(2), 259-266.
39. Liew SQ, Chin NL and Yusof YA, Extraction and characterization of pectin from passion fruit peels. *Agric Agric Sci Procedia.* 2004; 2: 231-236.
40. Li DQ, Du GM, Jing WW, Li JF, Yan JY and Liu ZY, Combined effects of independent variables on yield and protein content of pectin extracted from sugar beet pulp by citric acid. *Carbohydr Polym.* 2015; 129: 108-114.
41. Maran JP and Priya B, Ultrasound-assisted extraction of pectin from sisal waste. *Carbohydr Polym.* 2015; 115: 732-738.
42. Moorthy IG, Maran JP, Muneeswari S, Naganyashree S and Shivamathi CS, Response surface optimization of ultrasound assisted extraction of pectin from pomegranate peel. *Int. J. Biol. Macromol.* 2015; 72: 1323-1328.
43. Gharibzahedi SMT, Smith B and Guo, Y. Pectin extraction from common fig skin by different methods: The physicochemical, rheological, functional, and structural evaluations. *Int. J. Biol. Macromol.* 2019; 136: 275-283.
44. Xi J, Li Z and Fan Y, Recent advances in continuous extraction of bioactive ingredients from food-processing wastes by pulsed electric fields. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2020; 1-13.
45. Zouambia, Yamina et al. A new approach for pectin extraction: Electromagnetic induction heating. *Arab. J. Chem.*, 2017; 10(4): 480-487.
46. Panouillé M, Thibault JF and Bonnin E, Cellulase and protease preparations can extract pectins from various plant byproducts. *J Agric Food Chem.* 2006; 54(23): 8926-8935.

47. Methacanon P, Krongsin J and Gamonpilas C, Pomelo (*Citrus maxima*) pectin: Effects of extraction parameters and its properties. *Food Hydrocoll.* 2014; 35: 383-391.
48. Muñoz-Labrador A, Moreno R, Villamiel M. and Montilla M, Preparation of citrus pectin gels by power ultrasound and its application as an edible coating in strawberries. *J Sci Food Agric.* 2018; 98(13): 4866-4875.
49. Raddatz GC, Poletto G, De Deus C, Codevilla CF, Cichoski JC, Jacob-Lopes E, et al. Use of prebiotic sources to increase probiotic viability in pectin microparticles obtained by emulsification/internal gelation followed by freeze-drying. *Food Res Int.* 2020; 130: 108902.
50. Nazarro F, Fratianni F, Nicolaus B, Poli A, Orlando P, and Coppola R, Biochemical Traits, Survival and Biological Properties of the Probiotic *Lactobacillus plantarum* Grown in the Presence of Prebiotic Inulin and Pectin as Energy Source. *Pharmaceuticals.* 2012; 5: 481-492.
51. Uerlings J, Bindelle J, Schroyen M, Richel A, Bruggeman G, Willems E and Everaert N, Fermentation capacities of fructan- and pectin-rich by-products and purified fractions via an in vitro piglet faecal model. *J Sci Food Agric.* 2019; 99(13): 5720-5733.
52. Mateos-Aparicio I, Armada RP, Perez-Cozar ML, Pilar RP, Redondo-Cuenca A, and Villanueva-Suarez MJ, Apple by-product dietary fibre exhibits potential prebiotic and hypolipidemic effects in high-fat fed Wistar rats. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre.* 2020; 23: 100219.
53. Corzo N, Alonso JL, Azpiroz F, Calvo M A, Cirici, M, Leis R., et al. Prebiotics: Concept, properties and beneficial effects. *Nutr Hosp.* 2015; 31: 99–118.
54. Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, Prescott SL, Reimer R, 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: 491–502.

55. Naqash F, Masoodi FA, Rather AS, Wani SM and Gani A, Emerging concepts in the nutraceutical and functional properties of pectin – A Review. *Carbohydr Polym.* 2020; 168: 227-239.
56. Gullon B, Gullon P, Sanz Y, Alonso JL and Parajo, JC, Prebiotic potential of a refined product containing pectic oligosaccharides. *LWT-Food Sci Technol.* 2011; 44: 1687-1696.
57. Ganan M, Collins M, Rastall R, Hotchkiss AT, Carrascosa AV and Martinez-Rodriguez AJ. Inhibition by pectic oligosaccharides of the invasion of undifferentiated and differentiated Caco-2 cells by *Campylobacter jejuni*. *Int. J. Food Microbiol.* 2010; 37: 181-185.
58. Tian L, Scholte J, Borewicz K, van den Bogert B, Smidt H, Scheurink AJ, ... and Schols HA, Effects of pectin supplementation on the fermentation patterns of different structural carbohydrates in rats. *Mol Nutr Food Res.* 2016; 60(10): 2256-2266.
59. Fissore EM, Domingo, CS, Gerschenson LN and Giannuzzi L, A study of the effect of dietary fiber fractions obtained from artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus*) on the growth of intestinal bacteria associated with health. *Food Funct.* 2015; 6: 1667-1674.
60. Singh RP, Prakash S, Bhatia R, Negi M, Singh J, Bishnoi M and Kondepudi KK, Generation of structurally diverse pectin oligosaccharides having prebiotic attributes. *Food Hydrocoll.* 2020; 108: 105988.
61. Zhu R, Wang C, Zhang L, Wang Y, Chen G, Fan J, ... and Ning C, Pectin oligosaccharides from fruit of *Actinidia arguta*: Structure-activity relationship of prebiotic and antiglycation potentials. *Carbohydr Polym.* 2019; 217: 90-97.
62. Guarner F, Khan AG, Garisch J, Eliakim R, Gangl A, Thomson A, ... and Lemair T, *Diretrizes Mundiais da Organização Mundial de Gastroenterologia, Probióticos e prebióticos. WGO (2011).*
63. Bianchi F, Larsen N, Tieghi TDM, Adorno MAT, Kot W, Saad SMI, Jespersen L and Sivieri K, Modulation of gut microbiota from obese individuals by in vitro

- fermentation of citrus pectin in combination with *Bifidobacterium longum* BB-46. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2018; 102(20): 8827-8840.
64. Neme E and Monserrat S, Evaluación del comportamiento de bacterias potencialmente probióticas en medio de cultivo suplementado con pectina cítrica: Evaluation of the behavior of potentially probiotic bacteria in culture medium supplemented with citrus pectin. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino.* 2020; 40(1): 23-30.
65. Showpanish K, Sonhom N, Pilasombut K, Woraprayote W, Prachom N, Buathong R, ... and Rumjuankiat K, Effect of extracted pectin from fruit wastes on growth of *Pediococcus pentosaceus* RSU-Nh1 and *Lactobacillus plantarum* RSU-SO2. *Int J Agric Technol;* 2020; 16(2): 403-420.
66. Centanni M, Carnachan SM, Bell TJ, Daines AM, Hinkley SF, Tannock GW and Sims IM, Utilization of complex pectic polysaccharides from New Zealand plants (*Tetragonia tetragonioides* and *Corynocarpus laevigatus*) by gut *Bacteroides* species. *J Agric Food Chem.* 2019; 67(27): 7755-7764.
67. Yeung YK, Lee YK and Chang YH, Physicochemical, microbial, and rheological properties of yogurt substituted with pectic polysaccharide extracted from *Ulmus davidiana*. *J Food Process Preserv.* 2019; 43(4): 13907.
68. Prandi B, Baldassarre S, Babbar N, Bancalari E, Vandezande P, Hermans D, ... and Sforza S, Pectin oligosaccharides from sugar beet pulp: Molecular characterization and potential prebiotic activity. *Food Funct.* 2018; 9(3): 1557-1569.
69. Ho YY, Lin CM and Wu MC, Evaluation of the prebiotic effects of citrus pectin hydrolysate. *J Food Drug Anal.* 2017; 25(3): 550-558.
70. Gomez B, Gullon B, Yanez R, Schols H, and Alonso JL Prebiotic potential of pectins and pectic oligosaccharides derived from lemon peel wastes and sugar beet pulp: A comparative evaluation. *J Funct Foods.* 2016; 20: 108-121.
71. Chung WSF, Meijerink M, Zeuner B, Holck J, Louis P, Meyer AS, ... and Duncan SH, Prebiotic potential of pectin and pectic oligosaccharides to promote anti-

- inflammatory commensal bacteria in the human colon. *FEMS microbiol ecol.* 2017; 93(11): fix127.
72. Juodeikiene G, Zadeike D, Bartikene E, Lele V, Bernatoniene J, Jakstas V. A new delivery system based on apple pomace-pectin gels to encourage the viability of antimicrobial strains. *Food Science and Technology International*, 2019; 26(3):242-253.
73. Khodaei D, Hamidi-Esfahani Z and Lacroix M, Gelatin and low methoxyl pectin films containing probiotics: Film characterization and cell viability. *Food Biosci.* 2020; 36: 100660.
74. Li M, Jin Y, Wang Y, Meng L, Zhang N, Sun Y, ... and Sun Q, Preparation of *Bifidobacterium breve* encapsulated in low methoxyl pectin beads and its effects on yogurt quality. *J Dairy Sci.* 2019; 102(6): 4832-4843.
75. Larsen N, Cahú TB, Saad SMI, Blennow A and Jespersen L, The effect of pectins on survival of probiotic *Lactobacillus* spp. in gastrointestinal juices is related to their structure and physical properties. *Food Microbiol.* 2018; 74: 11-20.
76. Zhang Y, Lin J and Zhong Q, S/O/W emulsions prepared with sugar beet pectin to enhance the viability of probiotic *Lactobacillus salivarius* NRRL B-30514. *Food Hydrocol.* 2016; 52: 804-810.
77. Chotiko A and Sathivel S, Development of a combined low-methoxyl-pectin and rice-bran-extract delivery system to improve the viability of *Lactobacillus plantarum* under acid and bile conditions. *LWT-Food Sci Technol.* 2016; 66: 420-427.
78. Míguez B, Vila C, Venema K, Parajó JC and Alonso JL, Prebiotic effects of pectooligosaccharides obtained from lemon peel on the microbiota from elderly donors using an in vitro continuous colon model (TIM-2). *Food Funct.* 2020; 11(11): 9984-9999.
79. Bang SJ, Kim G, Lim, MY, Song EJ, Jung DH, Kum JS, Nam YD, Seok PC and Seo DH, The influence of in vitro pectin fermentation on the human fecal microbiome. *AMB Expr.* 2018; 8(1): 1-9.

80. Gullon B, Gullon P, Sanz Y, Alonso JL and Parajo, JC, Prebiotic potential of a refined product containing pectic oligosaccharides. *LWT-Food Sci Technol.* 2011; 44: 1687-1696.
81. Chen J, Liu W, Liu CM, Li T, Liang RH and Luo SJ, Pectin modifications: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2015; 55(12): 1684-1698.
82. Araújo EA, de Carvalho AF, dos Santos Leandro E, de Moraes CA and Furtado MM, Production of cottage-like symbiotic cheese and study of probiotic cells survival when exposed to different stress levels. *Pesqui Agropecu Trop.* 2009; 39(2): 111.
83. Munarin F, Tanzi MC and Petrini P, Advances in biomedical applications of pectin gels, *Int J Biol Macromol.* 2012; 51: 681-689.
84. Slavin, Joanne; Green, H. Dietary fibre and satiety. *Nutr. Bull.*, 2007: 32:32-42.
85. De Faveri A, De Faveri R, Broering MF, Bousfield IT, Goss MJ, Muller SP, et al. Effects of passion fruit peel flour (*Passiflora edulis f. flavicarpa* O. Deg.) in cafeteria diet-induced metabolic disorders. *J Ethnopharmacol.* 2020; 250: 112482.
86. Espinal-Ruiz M, Restrepo-Sanchez, LP, Narvaez-Cuenca CE and McClements DJ, Impact of pectin properties on lipid digestion under simulated gastrointestinal conditions: Comparison of citrus and banana passion fruit (*Passiflora tripartite* var. *mollissima*) pectins. *Food Hydrocol.* 2016; 52: 329-342.
87. Zhou M, Bi J, Chen J, Wang R, and Richel A, Impact of pectin characteristics on lipid digestion under simulated gastrointestinal conditions: Comparison of water-soluble pectins extracted from different sources. *Food Hydrocol.* 2021; 112: 106350.
88. Gomez B, Gullon B, Remoroza C, Schols HA, Parajo JC and Alonso J L. Purification, characterization, and prebiotic properties of pectic oligosaccharides from orange peel wastes. *J Agr Food Chem.* 2014; 62(40): 9769-9782.
89. Morris VJ, Woodward NC, Gunning PA, Atomic force microscopy as a nanoscience tool in rational food design. *J Sci Food Agric.* 2011; 91(12): 2117-2125.

90. Gomez B, Gullon B, Yanez R, Schols H, and Alonso JL Prebiotic potential of pectins and pectic oligosaccharides derived from lemon peel wastes and sugar beet pulp: A comparative evaluation. *J Funct Foods*. 2016; 20: 108-121.
91. Parkar SG, Redgate EL, Wibisono R, Luo X, Koh ETH and Schroder R, Gut health benefits of kiwifruit pectins: Comparison with commercial functional polysaccharides. *J Funct Foods*. 2010; 2: 210-218.
92. Wicker L, Kim Y, Kim M, Thirkield B, Lin Z and Jung J, Pectin as a bioactive polysaccharide - Extracting tailored function from less. *Food Hydrocol*. 2014; 42: 251-259.
93. Andrade R, Santos E, Azoubel P and Ribeiro, E, Increased survival of *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 in guava juices with simulated gastrointestinal conditions during refrigerated storage. *Food Biosci*. 2019; 32: 100470.
94. Payling L, Fraser K, Loveday SM, Sims I, Roy N, McNabb W, et al. The effects of carbohydrate structure on the composition and functionality of the human gut microbiota. *Trends Food Sci Technol*. 2020; 97: 233-248.

Capítulo 4

doi.org/10.53934/9786599539664-4

ESTUDO DAS PRINCIPAIS TÉCNICAS ANALÍTICAS UTILIZADAS NA DETERMINAÇÃO DE CAFEÍNA

*Rodrigo Vieira da Silva ; Brenda Ventura de Lima ; Larissa Dias Ferreira da Silva ; Pedro Augusto Felicio Neves ; Cinthia Maria Felicio ; Pedro Henrique Isaias ; Giovana Cândida Marques 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: rodrigo.silva@ifgoiano.edu.br

RESUMO: O cafeeiro é uma das culturas que mais destaca-se no cenário brasileiro e mundial pela qualidade da bebida. Entre os principais fatores do sucesso do café está a presença da cafeína, uma substância psicoativa presente em diferentes partes da planta. O consumo mundial *per capita* de cafeína, é da ordem de 3 a 7 mg/kg/dia, ou seja, aproximadamente 200 mg ou duas xícaras de café por dia, e mostram, ainda, que esse consumo *per capita* mg/kg/dia está aumentando, em detrimento ao aumento das atividades mentais e físicas durante o dia que se estendem durante algumas horas da noite. Para a quantificação dessa substância envolve etapas preliminares de extração para que seja realizada uma análise laboratorial confiável. Assim, neste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica para conhecer as principais técnicas de extração e quantificação da cafeína. Estudos recentes têm demonstrado que o manejo dos frutos da pós-colheita favorece controle de qualidades sensoriais e, conseqüentemente, obtenção de melhor preço do café. Após os estudos realizados, analisou-se as vantagens e desvantagens de sete técnicas analíticas que tem sido utilizada nas análises de cafeína e outros componentes do cafezeiro. Portanto, após o fim do isolamento social, no retorno às atividades presenciais, serão quantificados os teores de cafeína nos 26 de genótipos de café arábica implantados no banco germoplasma de cafeeiro do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos.

Palavras-chave: café; pesquisa bibliográfica; físico-químicas, pós-colheita

INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma das áreas que mais se destaca no Brasil, com grande importância no cenário econômico. Segundo dados da CONAB, a área cultivada com a café no ano de 2021 foi de aproximadamente 2,2 milhões de hectares, com produção de mais de 55 milhões de sacas de 60 kg (1). O consumo *per capita* de café pelos brasileiros

é de 4,65 kg ano⁻¹ de café torrado, o que em média estima-se que chega a cerca de 78 litros de café para cada brasileiro por ano (2; 3).

O café apresenta um crescimento contínuo em seu consumo no mundo, especialmente o nicho de cafés especiais. Além do consumo da bebida, também é utilizado para a produção de diversos produtos devido a presença de um alcaloide, a cafeína, que apresenta a fórmula molecular C₈H₁₀N₄O₂, quimicamente denominada 1,3,7-trimetilxantina (4;5). Estes autores, ainda observaram maior variação do teor de cafeína em cafés solúveis do que em grãos, utilizando como técnica de análise para quantificação a análise gravimétrica.

A cafeína (1,3,7 trimetilxantina) apresenta consumo a nível global (5). Seja por causa das melhorias significativas no desempenho, que pode ser justificado pelo seu potencial ergogênico de caráter estimulante (6). Além de possuir ação antagonista aos receptores de adenosina (7) e estimulação de vias dopaminérgicas (8), em consequência resulta em estado de motivação e excitação, após o consumo dessa substância (9).

A cafeína é uma substância encontrada em várias partes da planta de café e de outras espécies, com ação psicoativa, na qual o uso moderado traz uma sensação de bem-estar, auxiliando na atenção e concentração mental, já o uso exagerado pode ter efeitos colaterais, como aumento da ansiedade, insônia, irritabilidade, etc. Portanto, para quem gosta e é sensível a cafeína, indica-se tomar o café descafeinado, possuindo baixo teor de cafeína, embora possa ocorrer alteração nos grãos e perda de bioativos (10).

Por meio do trato intestinal, a cafeína é absorvida pelo nosso organismo (11). Logo após, ela atinge de forma rápida a corrente sanguínea e desse modo ela é transportada pelo corpo todo (12). Além do mais, ela tem facilidade em atravessar a membrana plasmática das células, assim é encontrada em grandes concentrações no corpo todo (13). Quando a cafeína atinge as células neuronais, ela interage com os receptores de adenosina (molécula que é responsável por diminuir a atividade neural, por conseguinte, ajuda no sono), conseqüentemente, tem efeito antagonista ao da cafeína (14). A cafeína, interage com os mesmos receptores de adenosina, portanto, impede que esses receptores se liguem e a cafeína quando ligada não promove os efeitos da adenosina, ela

promove efeitos contrários, em tal caso aumenta ou mantém a atividade das células ao invés de diminuir (13).

O acompanhamento da variação da cafeína trigonelina e ácido clorogênico, antes e depois da torração do café para averiguação dos compostos bioativos associados a qualidade sensorial das diferentes espécies de café (5). A seguir apresenta-se uma série de fatores que interferem no teor de cafeína, a saber: variedade da planta, método de cultivo, condições de crescimento, além de aspectos genéticos e sazonais, e também no preparo da bebida e a quantidade de pó utilizada (15). Para analisar o teor dessa substância de maneira confiável faz-se necessário utilizar métodos precisos de extração e quantificação.

Atualmente o crescente aumento da procura de café descafeinados cria uma necessidade de estudos agronômicos relacionados a quantidade desse teor. Portanto a presente revisão visa selecionar a metodologia mais adequada para quantificar os teores de cafeína nos 26 de genótipos de café do tipo Arábica implantados no banco germoplasma de cafeeiro (Figura 1) do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos sob Coordenação do professor Rodrigo Vieira da Silva.



Figura 1. Cafezal onde fica o Banco de germoplasma de cafeeiro do tipo arábica e conilon do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Cafeína

A cafeína é uma substância natural encontrada em diversos alimentos do dia a dia do brasileiro. É possível encontrar a cafeína em diversos produtos a exemplo de chás como de erva mate, chá preto, encontrada também no chocolate e entre muitas outras bebidas industrializadas, naturais e outros. Porém um dos alimentos mais conhecido por carregar esta substância em sua composição é o famoso cafezinho, onde é encontrado uma das maiores concentrações da substância (3,5).

A cafeína representa a substância psicoativa mais consumida no mundo, é um alcalóide farmacologicamente ativo, que pertence ao grupo das metilxantinas. Na natureza ela pode ser encontrada em cerca de 63 tipos de plantas que está associada a teofilina e a teobromina (15).

Diversos são os efeitos provenientes do consumo da cafeína pelos seres humanos, a saber: promove a injeção de adrenalina no sistema nervoso melhorando a concentração, induz a produção de dopamina (sensação de prazer), atua melhorando a circulação sanguínea, ajuda na digestão e na respiração (2,5,10). Todavia, para entender um pouco melhor sobre estas ações, faz-se necessário compreender o que é a cafeína. A cafeína é considerada um psicoativo, ou seja, uma substância química capaz de agir diretamente no sistema nervoso central do indivíduo que realizar o seu consumo. Sua estrutura possui grandes semelhanças com a adenosina, desta maneira ela possui a capacidade de se ligar com os receptores que deveriam ser utilizados pela adenosina (5).

Os efeitos da cafeína que inferem no organismo humano têm motivado estudos há algumas décadas, alguns estudos já publicados afirmam que a substância promove o aumento da capacidade de alerta e redução da fadiga, com concomitante melhora no desempenho de atividades que requeiram maior vigilância, no entanto, em contrapartida, o consumo pode afetar negativamente o controle motor e a qualidade do sono, bem como causar irritabilidade em indivíduos que já apresentem algum quadro de ansiedade (16).

Assim, baseado no seu largo espectro de ação fisiológica, existe, de fato, uma demanda de interesse da comunidade científica no controle de níveis seguros de ingestão de cafeína para diversos subgrupos populacionais humanos. Naturalmente, o conhecimento das técnicas para análise de cafeína, em matrizes alimentícias e fluidos biológicos, bem como suas vantagens e limitações, é um fator essencial para acompanhar os níveis de cafeína no organismo. Conforme o Instituto Adolfo Lutz (2008), a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) e Espectrofotometria UV-Vis amparam a análise para determinação do teor de cafeína em matrizes alimentícias (8).

A molécula de cafeína

É importante discorrer um pouco sobre as características similares entre a cafeína e a adenosina, pois é devido a elas que a cafeína é capaz de induzir alguns efeitos sobre os seres humanos, tais como remover momentaneamente a sensação de fadiga, sono como também melhorar a performance cognitiva e psicomotora. Na figura 2, é possível notar a similaridade entre as estruturas destes dois componentes químicos (JANISSEN, et al.,

2018). A cafeína é uma substância química que possui a fórmula e massa molecular: $C_8H_{10}N_4O_2$, e 194,19 g/mol, respectivamente. Está é classificada como um alcaloide de purina — que ocorre naturalmente em mais de 63 espécies de plantas — do grupo das xantinas, na descrição química designado quimicamente pela *International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)* é denominada como 1,3,7-trimetilxantina (4,17).

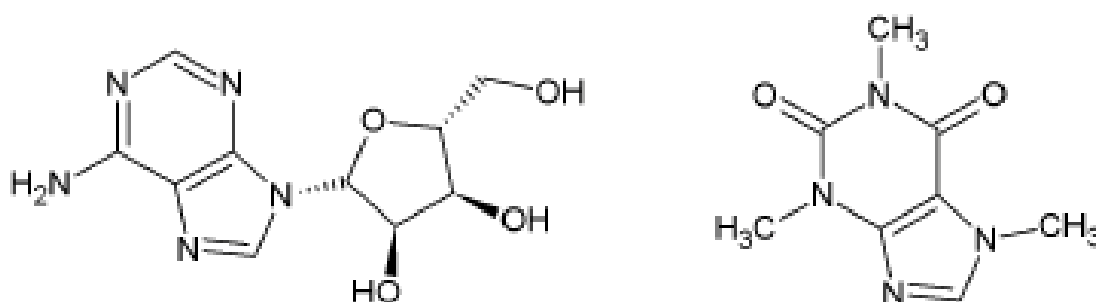


Figura 2 - Estrutura química da adenosina (esquerda) e da cafeína (direita) Fonte: (18).

Efeito da cafeína em atletas

Devido aos efeitos positivos no organismo humano, diversas pessoas realizam o consumo diário da cafeína, seja em alimentos em natura como o café, ou até mesmo, de forma suplementar por meio de fármacos. Inúmeras pesquisas são realizadas nesta linha de estudo, podendo ser encontrados diversos trabalhos na literatura, principalmente a utilização desta substância no esporte.

Alguns estudos das aplicações da cafeína para os praticantes de esportes que podem ser citadas são: em atletas elite de jiu jitsu (19), jogadores de basquete (20), praticantes de exercícios de resistência (21) e seu efeito na fadiga muscular (22).

É possível observar no trabalho de Tan *et al.* (20), que os jogadores de basquete ao consumir doses moderadas de cafeína antes de iniciarem os jogos, apresentaram uma melhora na performance física, como na agilidade, no pulo e entre outras. Ainda na performance física, o trabalho de Loureiro *et al.* (23), apresentou que o consumo de café

em conjunto com o leite apresentou um aumento na recuperação do glicogênio muscular em atletas de resistência, como os ciclistas. Esta característica é muito importante para os atletas, pois o glicogênio muscular é uma das principais fontes de energia do músculo.

No trabalho realizado por Campos *et al.* (24), visando também observar os efeitos da cafeína na melhora da performance física. Os autores puderam concluir que o uso da cafeína melhorou a performance dos indivíduos participantes do estudo, permitindo com que eles treinassem com volumes de treinos mais intensos, mantendo um nível de fadiga aprimorado em comparação aos indivíduos sob efeito placebo.

Teor de cafeína no café

A concentração de cafeína no café vai estar relacionado com uma série de fatores como: variedade da planta, método de cultivo, condições de crescimento, além de aspectos genéticos e sazonais, e também no preparo da bebida a quantidade de pó utilizada (2). O teor de cafeína em genótipos de café arábica gira em torno de 0,8% a 2,8% (25). Para o café ser considerado descafeinado legislação brasileira define um teor máximo de 0,1% de cafeína nos grãos (26). Atualmente o crescente aumento da procura de café descafeinados cria uma necessidade de estudos agronômicos relacionados a quantidade e o teor dessa substância.

Métodos de extração da cafeína

Para analisar a cafeína é necessário extrair, seja de alimentos e bebidas. Os métodos de extração podem ser sólido-líquido e líquido-líquido que utilizam solventes orgânicos tóxicos, como clorofórmio (27) e diclorometano (28). Ainda que seja fácil e eficiente a extração da cafeína, requer longos períodos de extração e grande consumo de energia e solventes (29).

O tratamento da amostra é a etapa de análise mais poluente, por causa do frequente uso de solventes orgânicos (30), que representa riscos ao analista e causa grande impacto ao meio ambiente, pois são prejudiciais para o ser humano e ao meio ambiente (31). Se os solventes orgânicos forem descartados incorretamente, levam a danos para a flora e

fauna, contamina as águas e os alimentos, libera gases poluentes e reduz a fertilidade do solo (32).

A alternativa para minimizar os impactos ambientais relacionados a etapa de extração é a redução do consumo de solventes, seja pela substituição dos solventes orgânicos pelos solventes verdes, que possuem baixa toxicidade (33). Na extração com a utilização da química verde, se destacam a extração assistida por ultrassom, a extração assistida por micro-ondas e a extração com fluido supercrítico são técnicas de extração de alta eficiência com consumo reduzido de solvente e energia, com consequente redução na geração de resíduos (31).

Com intuito de substituir os solventes convencionais tem-se como alternativa os solventes eutéticos profundos (34) e os líquidos iônicos (35), ambos são extratores que se destacam pela versatilidade.

Cromatografia gasosa

O botânico Mikhail Tswett no ano de 1906, realizou a primeira descrição da técnica de separação da Cromatografia. O nome vem do grego “chroma + graphein”, que significa escrita em cor. Mas, somente em 1941 é que as ideias a respeito da cromatografia gasosa começaram a ser relatadas por Martin e Synge (36). A técnica envolve a separação das substâncias químicas presentes em amostras.

O procedimento de cromatografia gasosa acontece por meio da interação dos componentes da amostra entre as fases, móvel e estacionária, sendo que a móvel move-se sobre a estacionária (37). Existem diferentes tipos de cromatografia, que apresentam diferenças quanto aos componentes e nas funções. Um dos tipos é a cromatografia gasosa, que recebe este nome porque a fase móvel consiste em gás (gás de arraste).

O gás de arraste é o responsável por fazer a amostra se locomover na coluna. A cromatografia gasosa é utilizada para a separação de substâncias voláteis e semivoláteis. Nesse processo tem-se a fase móvel (gasosa) e a fase estacionária (sólida ou líquida). Demais exemplos são a cromatografia líquida e cromatografia líquida de alta eficiência. Para decidir qual dessas técnicas utilizar varia de acordo com o componente que se quer analisar (38).

Na cromatografia gasosa, a substância que será analisada é injetada no cromatógrafo por meio do injetor. Os picos ideais (simétricos e resolvidos) dependem das condições e da forma de injeção da amostra. O gás de arraste, conduz o material por meio da coluna, onde ocorre a separação, até o detector. Esse gás, não pode interagir com a amostra nem com a fase estacionária e deve ser adequado ao detector que será utilizado (38).

O material injetado é detectado no detector, gera assim sinal elétrico, proporcional a quantidade que foi injetada. Durante os anos, mais de 60 tipos de detectores já foram utilizados, contudo, tem-se quatro que são mais utilizados, sendo eles: FID (Flame Ionization Detector), o TCD (Thermal Conductivity Detector), o ECD (Electron Capture Detector) e MS (Mass Spectrometer). No final, do detector, os resultados são gerados no registrador (39).

A cromatografia gasosa junto a espectrometria de massas é muito utilizada para quantificação e detecção de cafeína. A determinação da quantidade de cafeína por esse método pode ser realizada com eficiência em amostras de bebidas selecionadas pelo alto teor de cafeína (40), bebidas energéticas (41), chá, café e e-líquidos (combustível do cigarro eletrônico) (42).

Espectrometria de massas

Em 1918 o Arthur J. Dempster criou o primeiro espectrômetro e assim permitiu descobrir o isótopo (átomos que apresentam o mesmo número de prótons). Na década de 50 as técnicas de análises e de ionização começaram a serem desenvolvidas e o analisador de massas íon trap (armadilha de íon) na década de 80. Grande parte dos pesquisadores por trás dessas técnicas ganharam o prêmio Nobel de Química (43).

A espectrometria de massas é capaz de captar a relação entre massas e carga de íons em fase gasosa. Apresenta como função quantificar e identificar diferentes componentes, bem como, definir as propriedades estruturais e químicas de moléculas. Possui a vantagem de analisar pequenas concentrações e quantidades. Ela é constituída pela fonte de íons, analisador de massas, detector, sistema de aquisição de dados (44).

O funcionamento da espectrometria de massas consiste na injeção da amostra em fonte de íons (responsável por transformar as substâncias da amostra em íons, por meio do agente ionizante). Existem diferentes tipos de fontes, como Electrospray, MALDI, Ionização Química e Ionização por Elétrons. Logo depois, os íons passam pelo analisador de massas, que pode ser o FT-ICR (Fourier-transformion cyclotron resonance), Quadrupolos e ions-traps (45).

No analisador de massas, os íons são separados de acordo com a razão entre a carga e massa e depois passam pelo detector, local no qual há a contagem e transformação da corrente de íons em sinais elétricos, que serão registrados no sistema computacional, que é responsável por processar os dados (44).

Cromatografia líquida de alta eficiência

A cromatografia líquida de alta eficiência diferente da cromatografia gasosa apresenta a fase móvel líquida. Essa técnica é uma das mais utilizadas no mundo, seja no âmbito forense, indústria farmacêutica e na área de biotecnologia. Com ela é possível separar substâncias termicamente instáveis e não voláteis. O mecanismo de separação desta técnica consiste na disputa entre as moléculas da amostra e as da fase móvel pelos sítios ativos da fase estacionária (45).

O processo se inicia com a dissolução dos componentes que serão analisados no solvente (líquido). O solvente (fase móvel) é forçado a passar pela coluna cromatográfica (fase estacionária) por meio da bomba de alta pressão. É nessa coluna que vai acontecer a separação, por intermédio dos diferentes contatos de cada componente da amostra com a fase estacionária, o que faz com que eles saiam em diferentes momentos, por esse motivo, é possível separá-los.

Logo após a passagem pela coluna, o material passa pelo detector, que pode ser eletroquímico e de fluorescência. No final, os resultados são gerados no registrador (46). Com essa técnica pode determinar com eficiência a cafeína em diferentes amostras, como, que indicaram a cafeína em vitaminas solúveis em água e bebidas energéticas com o detector do tipo fluorescente e Koblová et al (47) que apontaram o teor no remédio Coldrex, o qual contém cafeína na sua composição com a coluna monolítica.

Dispositivo fluorimétrico portátil para detecção de cafeína em amostras aquosas

O dispositivo fluorimétrico portátil detecta a cafeína em medicamentos, esgoto, bebidas ou outras amostras aquosas por meio do processo de reação química de fluorescência. Onde o dispositivo fluorimétrico prevê sistema eletrônico com resposta analítica fluorimétrica por meio da reação química de fluorescência entre a cafeína presente na amostra e o reagente fluoróforo (47).

Ele pode ser conectado no aparelho celular por meio do cabo USB que atua como fonte de energia para alimentação do sistema eletrônico, assim como, aparelho celular captura a imagem da região superior da cubeta que contém a amostra e cromóforo ou fluoróforo que a partir do tratamento da imagem permite obter a resposta analítica de quantificação da cafeína (47).

Extração assistida por ultrassom

O principal meio do ultrassom é a cavitação, esse fenômeno cria microcanais nas amostras e assim facilita a penetração do solvente (48). Essa extração é técnica possui alta eficiência principalmente devido ao colapso das bolhas de cavitação que promovem o rompimento das paredes celulares, o que facilita a extração do analito, além de diminuir o tamanho da partícula e assim aumenta a transferência de massa para o solvente, o que melhora o rendimento da extração (49).

A extração assistida por ultrassom requer menos tempo de extração do que outras técnicas de extração convencional e pode ser aplicada a diferentes matrizes (49). Esse método de extração é a técnica mais empregada por causa da sua simplicidade e baixo custo. Porém, podem ser necessárias extrações sucessivas para a extração quantitativa de compostos em nível traço (31).

Com essa técnica se extrai mais cafeína em extratos de cascas de grão de café, com redução significativa no tempo de extração em comparação ao método convencional de extração sólido-líquido (50). E mesmo com o solvente verde natural é possível extrair

com eficiência, de maneira rápida, fácil, barata e ecologicamente correto a cafeína de compostos fenólicos de grãos de café (51) e em folhas de chá verde (52).

Extração assistida por micro-ondas

A extração assistida por micro-ondas abrange condições controladas de pressão e altas temperaturas, desse modo, utiliza frascos fechados que proporcionam aumento da eficiência e diminui o tempo de extração (53). O fornecimento de calor é realizado sem contato, com isso, torna o aquecimento mais eficiente e seletivo, além de acelerar a transferência de massa e energia (48).

As micro-ondas formam regiões de alta temperatura que facilitam o rompimento da parede celular, de modo que os compostos bioativos são extraídos mais rapidamente para o solvente (29). As principais vantagens desse método são o menor consumo de solvente e energia, a alta reprodutibilidade, rapidez de extração, que pode ser concluída em minutos e maior pureza do extrato final (48).

A extração assistida por micro-ondas tem se popularizado nos últimos anos, e é aplicada em ampla variedade de material vegetal (53). Essa técnica se mostra eficiente para a extração de cafeína de folhas de chá verde, é método simples e rápido (apenas 4 minutos) (54).

Estudos sobre a variação de cafeína em genótipos de cafeeiros

Estudo realizado com 15 linhagens de café, colhidas em três épocas durante o período de colheita, demonstraram diferenças entre as cultivares e as épocas de colheita, os teores médios de cafeína obtidos variam entre 0,6 a 1,5%, sendo que a linhagem MG 379-19 apresentou em média maiores teores e MG 17, 47, 44 e 144 os menores. (55). Analisando 75 genótipos de cafeeiro oriundos do banco de germoplasma de café do Estado de Minas Gerais. Em relação os teores de cafeína presentes nos grãos e no terceiro e quarto par de folhas verdadeiras, seis acessos apresentaram teores de cafeína nos grãos menores que 0,88%. Foram identificados acessos com teores reduzidos de cafeína e boa produtividade de grãos, podendo ser utilizados como genitores em programas de melhoramento. Verificou-se que é possível realizar a seleção precoce para teor de cafeína,

em plantas de cafeeiro ainda no estágio de mudas, por meio da avaliação do quarto par de folhas (56). Analisando diferentes marcas de café em pó e instantâneo, disponíveis no comércio de Campinas, foram analisadas o teor de cafeína nesses produtos. A metodologia utilizada envolveu as etapas de extração com água, limpeza da amostra com acetato de chumbo básico, determinação por cromatografia líquida de alta eficiência e detector de UV-vísivel a 254 nm. Os teores de cafeína variaram entre as marcas e tipos de café quanto o modo de preparo da bebida. Os valores determinados situaram-se de 0,43 a 0,85 mg/ml para as bebidas preparadas com cafés em pó e de 0,61 a 0,82 mg/ml para o café instantâneo (15). Em trabalho similar, mas utilizando outra técnica, a gravimetria para análises da determinação de cafeína nos diferentes tipos de cafés consumidos, foi possível observar que os teores variam em função da forma em que eles se apresentam (grão, pó e solúvel), sendo que a forma em café solúvel apresentou maior quantidade de cafeína do que o em grãos, seguido pelo em pó. Entre as marcas coletadas o café solúvel tinha maior variação no teor de cafeína (0,36% - 0,56%), e o café em grãos a menor (0,46% - 0,48%) (4).

Métodos de análise de cafeína

Essa busca consistiu na utilização de indicadores que relacionassem “análises química” e “café”, considerando as publicações após o ano de 2005.

Apresenta-se a seguir a descrição de técnicas analíticas que tem sido apresentada em estudos de diferentes variedades de *Coffea arabica* ou, ainda, em análise de produtos que utilizam os compostos bioativos e respectivas estabilidades conforme cada situação: tipo de cultivo, processos de extração da cafeína. Neste trabalho de revisão bibliográfica apresenta-se diversas formas para a extração da cafeína e sua quantificação, buscando refletir sobre a aplicação de cada técnica, possíveis vantagens e/ou desvantagens em sua aplicação.

A partir do artigo de revisão de De Maria & Moreira (16) foi realizado um estudo dos principais métodos que estariam sendo utilizados na análise de cafeína em bebidas, grãos e folhas de *Coffea arabica*, sendo refletido aspectos importantes para o controle no manejo e melhor controle da qualidade do café produzido no Brasil.

Entre as diferentes técnicas destacadas por estes autores, as mais comuns foram a análise gravimétrica, espectrofotometria, Cromatografias em camada delgada, líquida e gasosa, eletroforese capilar e métodos quimiométricos.

1- Análise Gravimétrica é realizada com a extração em fase aquosa ou alcoólica, depois limpeza do filtrado com óxido de magnésio e extração da cafeína com clorofórmio. A cafeína é determinada após a evaporação do solvente por gravimetria. Tendo como vantagem o baixo custo e desvantagem o tempo gasto.

2- Espectrofotometria: Como há um limite de absorção da cafeína dos raios UV determinado pelo intervalo de leitura 271 e 275 nm, o extrato aquoso da matriz é tratado com óxido de magnésio e ferrocianeto de zinco para remoção de compostos interferentes. Sua vantagem é o baixo custo e por ser rápido, desvantagem a falta de precisão no resultado.

3-A Cromatografia de adsorção apresenta vantagem nas possibilidades de limpeza dos extratos, uma análise mais exata do teor de cafeína nas matrizes analisadas, desvantagem o tempo de limpeza e o cuidado com interferentes. Cromatografia camada delgada: Foi utilizada para detectar a presença de cafeína em alimentos, com placas de sílica gel e análise *densitométrica* na região UV. A fase móvel pode ser acetato de etila e metanol (85:15, v/v) e a detecção conduzida no comprimento de onda de 275 nm. Como vantagem o baixo custo, a rapidez e a fácil aplicação, desvantagem os resultados não são exatos, serve mais para análise qualitativa.

4-Cromatografia gasosa é um método de análise realizada com o auxílio de um detector de ionização de chama (DIC) e separação conduzida em coluna de vidro recheada com 2% de polietilenoglicol ou 2,5% de SE-30. Como vantagem a rapidez e alta reprodutibilidade, desvantagem o alto custo e complexidade operacional. Cromatografia líquida de alta eficiência: Nesse método é possível separar a cafeína de outros compostos orgânicos no café. Sua vantagem na CLAE em fase reversa tem sido relatada com mais eficiência que a CG, alta reprodutibilidade e rapidez. Permite a multianálise de compostos não voláteis dispensando a necessidade de derivatização de analitos comum na CG, desvantagem alto custo de colunas que apresentam maior resolução e precisão.

5-Eletroforese capilar: Este método é preciso e exato; a alta eficiência de separação deixa a resolução mais nítida dos compostos, necessitando assim de uma amostra da ordem de determinados nano litros. Como vantagem apresenta sensibilidade, precisão e exatidão satisfatórias, falta conhecimento técnico desta análise.

6- A Quimiometria pode ser usada nas determinações em fármacos com resultados similares aos obtidos por CLAE. Como vantagem economia de tempo e reagentes, análises multivariadas em combinação com diversas técnicas espectroscópicas, como desvantagem a falta conhecimento e divulgação das possibilidades que as otimizações matemáticas e cálculos podem apresentar.

7-Espectroscopia de infravermelho vem sendo utilizada nos últimos anos para determinação de cafeína em fármacos e bebidas. Como vantagem a pouca manipulação, não destrutiva da amostra, desvantagem o custo e manutenção do equipamento. Eletroanálise: Dentre as técnicas utilizadas para a dosagem da cafeína estão a voltametria e a polarografia de pulso diferencial e de onda quadrada. Como vantagem menor custo, rapidez na execução e, geralmente, não necessitam de um pré-tratamento da amostra, a sua desvantagem é que tem sido pouco utilizada, mas o desenvolvimento de eletrodos quimicamente modificados em combinação com biossensores enzimáticos podem ser viabilizados no futuro (29).

Texeira *et al.* (32) ao desenvolver um estudo em bancos de germoplasma de café em Minas Gerais, analisando 75 acessos de cultivares, híbridos e alguns genótipos selvagens, discute a possibilidade de seleção precoce de mudas pela seleção de variedades que apresentem um baixo índice de cafeína no quarto par de folhas, ainda em mudas desta planta.

Em estudo das variações de composição química de cafés integrais e descafeinado, realizando uma análise antes e depois do processo de torração, o diclorometano foi o solvente para extração, sendo que o café é considerado descafeinado ao alcançar o teor máximo de 0,1% de cafeína nos grãos (57). O acompanhamento da variação da cafeína trigonelina e ácido clorogênico, antes e depois da torração do café para averiguação dos compostos bioativos associados a qualidade sensorial das diferentes espécies de café.

Outra possibilidade seria buscar metodologias analíticas na verificação da estabilidade dos compostos após a extração da bebida, sendo a cafeína um dos compostos estáveis após processos de extração e preparação de café.

Em suas pesquisas Pereira (57) apresenta os principais fatores que interferem na qualidade do café produzido apesar de difíceis de serem controlados, pois envolvem desde fatores edafoclimáticos, diferentes formas de processamento, secagem, armazenagem e torrefação, que vão alterar os aspectos sensoriais da bebida e consequentemente interferem no preço final do produto no mercado internacional. No entanto relata que estes aspectos podem ser mais facilmente controlados por meio da modificação no processamento pós colheita dos grãos por meio de processos de fermentação controladas que podem conferir notas especiais e aroma, fragrância e acidez, bem como prejudicar a qualidade, quando não bem controlada. Este autor estudou 4 processos para controle da fermentação dos grãos pós colheita por via úmida e afirma que estas propriedades podem ser favorecidas a partir de “controles mais precisos no processamento da matéria após a colheita (57).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido o amplo consumo de cafeína encontrado em alimentos, bebidas e em produtos não alimentares e o seu consequente efeito fisiológico decorrente de sua ingestão, é importante que os consumidores tenham conhecimento do teor de cafeína nos produtos que consomem e que as autoridades competentes fiscalizem para garantir a oferta de produtos seguros. Assim, é necessário que haja a análise quantitativa da cafeína e para tanto a extração é etapa determinante, no que se refere a qualidade dos resultados e nos impactos ambientais gerados.

Dos resultados alcançados por Silva *et al.* (4) sugerem que a utilização de técnicas mais sensíveis para a determinação dos compostos químicos presentes na bebida e o agrupamento de análises sensoriais, físicas e químicas serviram para estabelecer relações de agrupamento em situações extremas, ou seja bebidas de altíssima qualidade ou cafés defeituosos, indicando a busca por desenvolvimento de métodos mais precisos para auxiliar no controle de dados e possibilidades de melhorias deste produto muito

importante tanto no mercado interno quanto externo. Assim, faz-se importante o desenvolvimento de pesquisas tanto experimentais quanto de referenciais teóricos e que possam subsidiar a realização de trabalhos futuros que nos ajudem a avançar na compreensão dos fatores que podem interferir na produção de cafés de alta qualidade.

REFERÊNCIAS

1. Conab: Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento Safra Brasileira de Café, v. 5– Safra 2021, n.4- Quarto levantamento, Brasília, p. 1-84, dezembro de 2021. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>>
2. Abic: Associação brasileira da indústria do café. Estatísticas - Produção Agrícola. 2020. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/estatisticas.html>>. Acesso em: 10/05/2022.
3. Ico: International Coffee Organization. Trade statistics. Disponível em: http://www.ico.org/coffee_prices.asp. Acesso em: 11 de janeiro de 2022.
4. Silva RSJC et al. Determinação do teor de cafeína em diferentes tipos de cafés. Demetra. 2018; 13: 477-484.
5. Santana LC, Ramos AN, Azevedo BLD, Neves ILM, et al. Consumo de Estimulantes Cerebrais por Estudantes em Instituições de Ensino de Montes Claros / MG. Rev. Bras. Ed. Médica. 2020; 44: 32-38.
6. Dos Santos S, et al. Viabilidade do uso da cafeína na memória de curta e longa duração em ratos wistar / Feasibility of caffeine use in short and long term memory in wistar rats. B. J. of Health Review. 2020; 22: 2664-2674.
7. Tallis J, Michael JD, Rob S. James. O que os experimentos isolados do músculo esquelético nos dizem sobre os efeitos da cafeína no desempenho do exercício? Br J. Pharmacol. 2015; 172: 3703-3713.
8. Mielgo-Ayuso J, Marques-Jiménez D, Refoyo I, et al. Efeito da suplementação de cafeína no desempenho esportivo com base nas diferenças entre os sexos: uma revisão sistemática. Nutrients. 2019; 11: 1-17.
9. Cesareo KR, Mason JR, Saracino PG, Morrissey, et al. Os efeitos de um suplemento semelhante à cafeína, TeaCrine®, na força muscular, resistência e desempenho de força em homens treinados em resistência. J. Int. Soc. Sports Nutr. 2019;16: 37- 47.
10. Arauz J, Ramos-Tovar E, Muriel P. Coffee and the Liver. Liver Pathophysiology, [S.l.], p. 675-685, 2017. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-804274-8.00048-5>.
11. Calderan FL. Efeito da cafeína no desenvolvimento de *Chrysomya megacephala* (Diptera: Calliphoridae), mosca-varejeira de importância forense. Dissertação de mestrado, UNESP, 2021.
12. Alvi SN, et al. Validated HPLC method for determination of caffeine level in human plasma using synthetic plasma: application to bioavailability studies. Journal of Chromatographic Science. 2011; 49: 292-296.

13. Tan ZS, Sim A, Kawabata M, Burns SFA. Systematic Review of the Effects of Caffeine on Basketball Performance Outcomes. *Biology*. 2022 :17: 78-85.
14. Ribeiro J, et al. Caffeine and adenosine. *J. of Alzheimer's disease: JAD*. 20 Suppl 1. S3-15. 2010. 10.3233/JAD-2010-1379.
15. Camargo M, Rojo C, Toledo MCF. Teor de cafeína em cafés brasileiros. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 1998: 18:421-424.
16. De Maria C, Moreira AB, Ricardo F. A. Cafeína: revisão sobre métodos de análise. *Química Nova*. 2007: 30: 99-105.
17. Royal society of chemistry. Caffeine. 2020. Elaborado por ChemSpider - Search and Share Chemistry. Disponível em: <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.2424.html?rid=6d078a84-f359-435e-9f9e-4977b6f3a8e1>. Acesso em: 11 jan. 2022.
18. Alves C, Lima RVB. Dietary supplement use by adolescents. *Jornal da Pediatria*, 2009: 58: 49-54.
19. Fernández MM, Costas VG, Garcia JG, Hellin JG, et al. Effects of 3 mg/kg Body Mass of Caffeine on the Performance of Jiu-Jitsu Elite Athletes. *Nutrients*. 2022: 23: 675, 2022.
20. Tobiszewski M, Mechlinska A, Zygmunt B, Namiesnik, J. Green analytical chemistry in sample preparation for determination of trace organic pollutants. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2009: 28: 8: p. 943-951.
21. Gliszczynska-Swiglo A, et al. Simultaneous determination of caffeine and water-soluble vitamins in energy drinks by HPLC with photodiode array and fluorescence detection. *Food Anal. Methods*. 2014: 8: 139-146.
22. Frederico S. Território e cafeicultura no Brasil: uma proposta de periodização. *GEOUSP*, p.73-101, 2017.
23. Loureiro L, et al. Coffee Increases Post-Exercise Muscle Glycogen Recovery in Endurance Athletes: A Randomized Clinical Trial. *Nutrients*. 2022:10:3335.
24. Madison BL, Kozarek, WJ, Damo CP. Highpressure liquid chromatography of caffeine in coffee. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, Arlington. 1976:59:6: 1258-1261.
25. Heilmann W. Technology II: decaffeination of coffee. *In: CLARK, R. J.; VITZTUM, O. G. (Ed.). Coffee: Recent development*. Oxford: Blackwell Science. p. 108-124. 2001.
26. Brasil. Portaria no 377, de 26 de abril de 1999. Regulamento técnico para fixação de identificação e qualidade de café torrado em grão e café torrado e moído. *Diário Oficial da União*, Brasília, n. 80, p. 22. 1999.
27. Mlodecki L, Dzugan M. Caffeine content and antioxidant activity of various brews of specialty grade coffee. *Acta Sc. Pol. Tech. Alimentaria*. 2021: 20: 12: 179-188.
28. Demissie EG, Woyessa GW, Abebe A. UV/VIS spectrometer determination of Caffeine in green coffee beans from Hararghe, Ethiopia, using beer-lambert's law and integrated absorption coefficient techniques. *Scientific Study and Research: Ch. and Ch. Engineering*. 2016:17: 109-123.

29. Serdar G, Demir E, Bayrak S, Sökmen M. New approaches for effective microwave assisted extraction of caffeine and catechins from green tea. *Int. Journal of S. Metabolite*. 2016; 3: 3-13.
30. Embrapa. Safra mundial do ano-cafeeiro 2018-2019 atinge 174,5 milhões de sacas. Estudos socioeconômicos e ambientais; 29/08/19. IN. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/46165397/safra-mundial-do-ano-cafeeiro-2018-2019-atinge-1745-milhoes-de-sacas>. Acesso em 2 de nov. 2021.
31. Armenta S, Garrigues S, Esteve-turrillas FA, Guardia M. Green extraction techniques in green analytical chemistry. *Trends in Analytical Chemistry*. 2019;116: 248-253.
32. Ambscience engenharia. Saiba como os solventes podem ser uma fonte de contaminação. Disponível em: <https://ambscience.com/solventes-contaminacao/>. Acessado em 08/02/2022.
33. Brenelli ECS. A extração da cafeína em bebidas estimulantes – uma nova abordagem para um experimento clássico em química orgânica. *Química Nova*. 2003; 26: 136-138.
34. Pacheco-Fernandez I, PINO V. Guanidinium ionic liquid-based surfactants as low cytotoxic extractants: analytical performance in an in-situ dispersive liquid-liquid microextraction method for determining personal care products. *Journal of Chromatography A*. 2018;1559: 102-111.
35. Rykowska I, Ziembliński AJ, Nowak I. Modern approaches in dispersive liquid-liquid microextraction (DLLME) based on ionic liquids: a review. *J. of Mol. Liquids*. 2018; 259: 319-339.
36. Bartle KD, Myers P. History of gas chromatography. *Trends in analytical chemistry*. 2022; 21: 547-557.
37. Dorta DJ, et al. *Toxicologia forense*. São Paulo: Blucher, 750 p. 2018.
38. Gasparini F. Avaliação e adaptação das condições da EN 14103 para quantificação de ésteres em biodiesel etílicos puros de soja, babaçu, palma e sebo bovino e em suas misturas. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, Araraquara, 2010.
39. Pedroso MP. Detecção em cromatografia gasosa rápida e cromatografia gasosa bidimensional abrangente. *Scientia Chromatographica*. 2011;3: 145-154.
40. Edwards QA, et al. Quantification of caffeine in selected beverages via gas chromatography mass spectroscopy. *Int. J. Chem. Sci.* 2015;13: 133-142.
41. Ayala J, et al. Quantitative determination of caffeine and alcohol in energy drinks and the potential to produce positive transdermal alcohol concentrations in human subjects. *Journal of Analytical Toxicology*. 2009; 33: 27-33.
42. Lisko JG, et al. Caffeine concentrations in coffee, tea, chocolate, and energy drink flavored e-liquids. *Nicotine Tob Res.* 2017. 19, n. 4, p. 484-492, 2017.
43. Souza LM. Aplicações da espectrometria de massas e da cromatografia líquida na caracterização estrutural de biomoléculas de baixa massa molecular. Dissertação de doutorado, Universidade Federal do Paraná, Departamento de Bioquímica e Biologia molecular, Curitiba, p. 182, 2008.

44. Cantú MD, Carrilho E. Sequenciamento de peptídeos usando espectrometria de massas: um guia prático. *Quim. Nova.* 2008; 31: 669-675.
45. Magalhães EJ. Desenvolvimento de métodos para quantificação de drogas em matrizes de interesse forense. Dissertação de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas, Belo Horizonte, p. 152, 2012.
46. Prado MA, Godoy HT. Determinação de corantes artificiais por cromatografia líquida de alta eficiência (clae) em pó de gelatina. *Quim. Nova.* 2004; 27: 22-26.
47. Koblová P., et al. Development and validation of a rapid HPLC method for the determination of ascorbic acid, phenylephrine, paracetamol and caffeine using a monolithic column. *Pharmaceutical Analysis.* 2012;25: 1-4.
48. Ghasemzadeh-Mohammadi V, Zamani B, Afsharpour M, Mohammadi A. Extraction of caffeine and catechins using microwave-assisted and ultrasonic extraction from green tea leaves: an optimization study by the IV-optimal design. *Food Science and Biotechnology.* 2017; 26: 1281-1290.
49. Rodrigues S, Pinto, GAS. Ultrasound extraction of phenolic compounds from coconut (*Cocos nucifera*) shell powder. *J. Food Engineering.* 2007;80: 869-872.
50. Ahmad I, Pertiwi AS, Kembaren, YH, Rahman A, Mun'im A. Application of natural deep eutectic solvent-based ultrasonic assisted extraction of total polyphenolic and caffeine content from Coffe Beans (*Coffea beans* L.) for instant food products. *J. of Appl. Pharmaceutical Science.* 2018; 8: 138-143.
51. Bindes MMM., et al. Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from green tea leaves and clarification with natural coagulants (chitosan and *Moringa oleifera* seeds). *Ultrasonics – Sonochemistry.* 2019; 51:111-119.
52. Sardarodiyani M, Sani AM, Natural antioxidants: sources, extraction and application in food systems. *Nutrition & Food Science.* 2016;46: 363-373.
53. Janissen B, Huynh, T. Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: a review: A review. *Resources, Conservation And Recycling, Elsevier.* 2018; 128: 110-117.
54. Pereira et al. A complexidade de consenso entre análise sensorial, física e-química na qualidade do café. *R. Ifes Ciência.* 2018; 4: 693-948.
55. Teixeira AL, et al. Avaliação do teor de cafeína em folhas e grãos de acessos de café arábica. *Revista Ciência Agronômica.* 2012;43: 129-137.
56. Abrahao S.A, et al. Compostos Bioativos em café integral e descafeinado e qualidade sensorial da bebida. *Pesq. Agrop. Brasileira.* 2008;43:1799- 1804.
57. Pereira LL. Novas abordagens para produção de cafés especiais a partir do processamento via-úmida. 2017. 200f. Tese de Doutorado (Departamento de Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2017.

Capítulo 5

doi.org/10.53934/9786599539664-5

AVALIAÇÃO FÍSICO- QUÍMICA DO CAJUZINHO-DO-CERRADO SUBMETIDO AO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA SEGUIDO DE SECAGEM

Nathiele Cristine Cunha Silva  Ellen Godinho Pinto*  ; Wiaslan Figueiredo Martins , Dayana Silva Batista Soares  ; Ana Paula Stort Fernandes 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email:
ellen.godinho@ifgoiano.edu.br

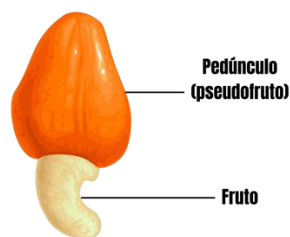
Resumo: Entre as principais frutíferas encontradas no Brasil, no estado de Goiás destaca-se o cajuzinho-do-cerrado. Um grande problema enfrentado na cadeia produtora do cajuzinho-do-cerrado é a sua conservação, pois se trata de uma fruta extremamente perecível devido a sua alta atividade de água. A desidratação osmótica usada como pré-tratamento, seguido de secagem é uma boa alternativa para propiciar a redução da atividade de água e facilidade no transporte, além de agregar valor. Teve-se como objetivo a caracterização biométrica e físico-química das amostras, foram realizadas análises: pH, umidade, acidez, cinzas, vitamina C, fenólicos, sólidos solúveis totais, açúcares redutores totais, índice de escurecimento, cor, GS, PA, RM nas amostras *in natura*, desidratadas osmoticamente e após secagem a 70°C. Para umidade a amostra seca com glucose foi a que apresentou menor teor e inversamente ao encontrado para sólidos solúveis, para o teor de vitamina C a amostra *in natura* apresentou o maior teor, porém à medida que os processos iriam evoluindo ela foi degradando como era esperado. Conclui-se que os processos empregados no presente trabalho se mostraram eficientes, o melhor tratamento apontado foi amostra seca com glucose, pois com a redução da umidade a vida útil do cajuzinho-do-cerrado pode ser prolongada.

Palavras-chave: Índice de escurecimento; conservação de alimentos; compostos de fenólicos.

INTRODUÇÃO

Pertencente ao mesmo gênero do caju comum (*Anacardium occidentale*), o cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*) se diferencia visualmente por apresentar menor tamanho, sendo incipientes as informações a respeito de suas características químicas. Ambos se dividem em duas partes: o fruto propriamente dito, que é conhecida popularmente como castanha, e o pseudofruto, chamado tecnicamente pedúnculo floral, que é a parte comercializada como fruta (1) (Figura 1).

Figura 1. Partes do caju (*Anacardium humile*).



Fonte: elaborada pelos autores (2022).

A maioria das frutas tropicais tem uma perda considerável da produção em razão da tecnologia pós-colheita inadequada, o que limita o consumo de frutas com grande aceitação popular como as espécies de caju. O emprego de técnicas de conservação que auxiliem o aproveitamento e a comercialização de frutas com características similares às frutas frescas pode aumentar a utilização do pseudofruto do cajuzinho-do-cerrado. Além disso, a demanda crescente por produtos saudáveis e naturais estimula o desenvolvimento de técnicas adequadas para a conservação de frutas (2).

A desidratação osmótica remove parcialmente a água do tecido vegetal pela imersão em uma solução hipertônica. Neste processo, além da saída de água, observa-se também a passagem de nutrientes do alimento para a solução e a entrada de solutos da solução para o alimento (2).

Diante do exposto, objetivou-se comparar as características físico-químicas do cajuzinho-do-cerrado in natura, desidratado osmoticamente e desidratado pelo processo de secagem convencional após o processo osmótico.

MATERIAL E MÉTODOS

O cajuzinho-do-cerrado foi adquirido na cidade de Goianésia, localizada no estado de Goiás, sendo transportado para o Laboratório de Análise de Alimentos, no Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos, onde foi submetido a sanitização a 50 ppm por 15 min e logo em seguida foram congelados.

As análises biométricas, onde foram selecionadas aleatoriamente, com 50 frutos, nos quais foram realizadas as medidas de diâmetro (mm) longitudinal e transversal, utilizando-se um paquímetro manual, a massa (g) do fruto foi determinada através balança analítica.

As análises realizadas no fruto in natura, desidratado osmoticamente e após secagem convencional foram: umidade, teor de sólidos solúveis, pH, cinzas, acidez e vitamina C, segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (3). Determinação do teor de fenólicos totais, segundo a metodologia de Swain e Hills (4) e os cálculos foram realizados de acordo com a curva de ácido gálico. A composição de açúcares totais foi realizada de acordo com a metodologia de Maldonado *et al.* (5) e os resultados foram obtidos através da curva de açúcares totais. Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

Para a desidratação osmótica foram utilizadas soluções de sacarose e glucose a 30° Brix, empregando-se relação fruta: xarope (1:5), na temperatura de 50 °C, em banho maria por 12 horas. Na secagem foi utilizado o secador convencional de bandejas a 70 °C durante 7 horas.

As análises de cor e índice de escurecimento foram realizadas em todas as amostras tanto in natura quanto as que passaram por processos de desidratação osmótica seguida de secagem convencional, de acordo com a metodologia de Souza *et al.* (6). Os parâmetros obtidos foram: *L*, que indica luminosidade (claro/escuro); *a*, que indica a cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+); *b*, que indica a cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+). De acordo com a metodologia usada por Souza *et al.* (6). Os cálculos foram baseados na Equação 1, para Índice de Escurecimento (IE):

$$IE(\%) = \left[\frac{\{100 (X - 0,31)\}}{0,172} \right] \quad \text{Eq. (1)}$$

Em que, $X = (a + 1,75 \times L) / (5,645 \times L + a - 3,012 \times b)$

O cálculo das variáveis que caracterizam a desidratação osmótica, ou seja, o ganho de sólidos (GS), perda de água (PA) e a redução de massa (RM), conforme Eren; Kaymak-Ertekin (7), Dionello *et al.* (8), de acordo com as Equações 2, 3 e 4, respectivamente.

$$GS = \frac{M_i - M_f}{M_i} \times 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

$$PA = \frac{(M_i * X_i) - (M_r * X_r)}{M_i} \times 100 \quad \text{Eq. (3)}$$

$$RM = PA - GS \quad \text{Eq. (4)}$$

Em que: *M_i* é a massa inicial de cajuzinho in natura; *M_f* é a massa do cajuzinho após a desidratação osmótica; *X_i* é a fração de água no cajuzinho in natura e *X_f* é a fração de água no cajuzinho após a desidratação osmótica.

Os resultados foram expressos como média e desvio padrão, utilizou-se a análise de variância ANOVA, utilizando o programa estatístico *Past*, pelo teste de Tukey a 5% de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.1. Análises biométricas

Os resultados da composição biométrica do fruto do cajuzinho-do-cerrado, peso total da fruta, peso do pedúnculo, comprimento e largura podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1- Parâmetros biométrica do cajuzinho-do-cerrado.

Parâmetro	Médias ± DP*
Peso Total (g)	14,43 ± 4,24
Peso do Pedúnculo (g)	10,98 ± 4,31
Comprimento (mm)	24,71 ± 6,24
Largura (mm)	20,99 ± 3,31

*DP= Desvio Padrão

Fonte: elaborada pelos autores (2022).

Corrêa *et al.* (9), na avaliação do pseudofruto do cajuzinho-do-cerrado *Anacardium othonianum* Rizz nos parâmetros massa e comprimento encontraram os resultados, 7,15 g e 19,34 mm, inferiores aos encontrados no presente trabalho. Quanto a massa do pedúnculo Felfili *et al.* (10), apresentaram resultados de 4 a 10 g, resultado que se aproxima do encontrado no presente trabalho. Quanto a comprimento e largura segundo Borges (11) apresenta resultados semelhantes, sendo estes 11,420 mm e 21,710 mm respectivamente.

1.2. Análises Físicas-Químicas

Para o parâmetro pH o cajuzinho-do-cerrado in natura foi de 5,05, entretanto valores encontrados por Silva, Silva e Oliveira (12), para cajuzinho-do-cerrado in natura foi mais baixo do que o apresentado, 3,11, essa diferença pode ser explicada de acordo com Santos, Santos e Azevedo (13) por fatores edafoclimáticos, a presença de ácidos orgânicos, componentes importantes na formação de diversas propriedades das frutas, também pode contribuir para a variação do pH. Para as amostras secas sem tratamento a média foi de 4,86, quando comparamos o valor encontrado por Souza *et al.* (14), 4,32 para pedúnculo de caju in natura, pode-se perceber que foi um bom resultado uma vez que alimentos que apresentam pH inferior a 4,5 possuem menor possibilidade de proliferação microbiana. As amostras que passaram pelo processo de desidratação apresentaram variações de acordo com a solução, apresentando pH superior as amostras desidratadas osmoticamente e seguidas de secagem com glucose apresentando média de 5,15 e 5,28, respectivamente, porém as amostras desidratadas osmoticamente e seguidas de secagem de sacarose tiveram uma leve redução do pH, podendo ser explicado pelo agente desidratador utilizado, resultando semelhante foram encontrados por Souza *et al.* (6), para passas de jaca.

Tabela 2- Médias e Desvio padrão (DP) das amostras in natura, desidratadas osmoticamente e após secagem convencional de cajuzinho-do-cerrado. Sugiro colocar esses valores da tabela sem ser em equações porque a fonte está diferente e o espaçamento fica difícil de adequar.

Parâmetros	In natura	Desidratado osmoticamente e com sacarose	Desidratado osmoticamente e com glucose	Seco sem tratamento	Seco com sacarose	Seco com glucose
pH	5,05±0,39 ^b	4,86±0,07 ^a	5,15±0,17 ^c	4,86±0,11 ^a	5,01±0,11 ^b	5,28±0,30 ^d
Acidez (mL/g)	0,07±0,04 ^b	0,06±0,01 ^b	0,06±0,01 ^b	0,25±0,10 ^d	0,09±0,02 ^c	0,03±0,01 ^a
Vitamina C (mg/100g)	84,32±11,82 ^c	63,77±14,06 ^b	58,90±14,54 ^b	61,94±3,65 ^b	25,85±7,51 ^a	22,10±3,59 ^a
Umidade (%)	82,92 ± 2,53 ^e	76,53 ± 3,83 ^d	78,71 ± 3,63 ^d	49,92 ± 5,87 ^c	31,93 ± 4,86 ^b	20,38±1,36 ^a
Cinzas (%)	3,81 ± 4,10 ^f	0,09±0,04 ^a	0,15±0,10 ^b	1,44±0,39 ^e	0,82±0,93 ^c	1,04 ± 0,25 ^d
Sólidos Solúveis (°Brix)	16,33 ± 1,53 ^a	16,33 ± 1,53 ^a	22,67 ± 1,53 ^b	27,33 ± 2,52 ^b	58,33 ± 11,55 ^c	70,83 ± 3,82 ^d
Açúcares Redutores Totais (%)	0,93 ± 0,07 ^c	0,95 ± 0,09 ^c	0,27 ± 0,46 ^b	0,001 ± 8,43 ^a	0,001 ± 5,17 ^a	0,001 ± 5,04 ^a
Fenólicos (mg de AGE/100g de polpa)	0,71 ± 0,02 ^b	0,63 ± 0,04 ^a	0,60 ± 0,03 ^a	0,71 ± 0,013 ^b	0,63 ± 0,008 ^a	0,60 ± 0,03 ^a

* Médias acompanhadas de letras minúsculas iguais na mesma linha, não apresentam diferença significativa pelo teste de tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autores.

A acidez do cajuzinho-do-cerrado in natura foi 0,07, sendo que não apresentou diferença significativa com as amostras desidratadas osmoticamente. Silva; Silva; Oliveira (12), apresentam valores mais altos do que os encontrados no presente trabalho sendo 19,22 mL/g, entretanto de acordo com Lima; Assis; Gonzaga (15), baixos teores em ácidos são uma característica desejável quando o objetivo é o consumo in natura.

Pode-se notar que para o cajuzinho-do-cerrado seco após a desidratação osmótica com glucose teve uma redução da acidez e seco sem tratamento teve um aumento significativo, isso pode ter ocorrido devido à troca osmótica entre o fruto e a solução desidratadora.

Quanto ao teor de vitamina C ou ácido ascórbico nas amostras in natura, o resultado encontrado foi de 84,32 mg/100 g, sendo superior ao encontrado por Silva *et al.* (12), 36,92 mg/100 g também para cajuzinho-do-cerrado. A variabilidade no teor de ácido ascórbico pode ocorrer devido a diferentes fatores como grau de maturação das frutas, influência climática, temperatura de exposição a luz no transporte e armazenamento (16). Quando comparamos os valores obtidos nas amostras in natura com as amostras que passaram pelo processo de secagem, pode-se observar a grande diferença de concentração que variaram de 63,77 a 22,10 mg/100 g. A grande variação encontrada nas amostras que passaram pelo processo de secagem aconteceu, pois, umas das amostras não se atingia ponto de viragem, logo o desvio padrão das amostras secas in natura foi realizado somente em duplicata. É possível notar de acordo com o mostrado na Tabela 2 que a concentração de vitamina C foi sendo reduzida à medida que os processos iriam acontecendo, esse fato pode ser explicado devido a relação tempo e temperatura que as amostras foram expostas fazendo com que ocorresse a degradação contínua do ácido ascórbico.

O teor de umidade das amostras in natura foi de 82,92%, de acordo com Mesquita *et al.* (17), o pedúnculo de caju como a maioria dos frutos apresenta um teor de umidade médio de 86%, este elevado teor de água é responsável pela alta perecibilidade do fruto. Quando se compara os resultados obtidos das amostras seca sem pré-tratamento com as amostras que passaram pela desidratação osmótica, fica evidente a redução da umidade, que foi superior a 21%, comparada a sem pré-tratamento, portanto, pode observar como o processo de desidratação osmótica é um processo eficiente para posterior secagem, entretanto a secagem com o agente desidratador glucose, teve efeito superior a sacarose, esse fato pode ser justificado pela formação de uma película protetora em volta das amostras que foram secas com sacarose, impossibilitando a saída de água.

O teor de cinzas presente nos alimentos indicam a quantidade de minerais presentes no mesmo, de acordo com a Tabela 2. podemos perceber que todas as amostras se diferenciaram estatisticamente entre si. As amostras de cajuzinho-do-cerrado in natura apresentam uma média de 3,81 sendo que esse valor é o mais alto encontrado quando comparado as amostras que passaram por processos. Em relação às amostras que passaram pelo processo de desidratação, é possível identificar que ambas apresentaram um baixo teor de cinzas, diferente do encontrado por Moraes (18), para polpa de caju amarelo desidratado (4,04%), o fato pode ser explicado pela migração dos minerais para a solução desidratadora. De acordo com Lazcano (19) alguns mineiras podem ser afetados pela pressão osmótica sofrida durante o processo e pela mobilidade que os minerais apresentam na fruta.

Como é possível verificar na Tabela 2, o teor de sólidos solúveis totais foi aumentado gradativamente, pois com os processos de desidratação e secagem houve a incorporação e a concentração de sólidos solúveis totais, isso é possível graças à evaporação da água, o resultado é notório uma vez que os valores mais altos foram os das amostras desidratadas que passaram pelo processo de secagem, sendo que foram as duas amostras que apresentaram diferença significativa quando comparadas as demais amostras, pode observar que a desidratada osmoticamente com glucose foi superior ao da sacarose, como verifica-se esta coerente pois foi inversamente proporcional a umidade. Os resultados encontrados se assemelham aos obtidos por Neto *et al.* (20), para desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional, onde as amostras foram avaliadas em tempos diferentes, para as amostras desidratadas e secas os resultados encontrados foram de 33,70 e 80,30 respectivamente, se aproximando dos valores desidratados e secos com glucose encontrados no presente trabalho.

Quanto à concentração de açúcares redutores, os valores encontrados foram inferiores aos encontrados pela maioria dos autores, essa diferença pode ser explicada pelo tipo de solução usada na desidratação, a média de $0,95 \pm 0,09\%$ foi o mais alto, o valor mais baixo encontrado na literatura foi de 5,58% por Martins, Cunha e Silva (21). Apenas a amostra desidratada com glucose apresentou diferença significativa, pode ser devido à concentração das soluções foi abaixo das usadas usualmente.

O teor de fenólicos totais no fruto in natura não apresentou diferença significativa com a secagem sem pré-tratamento, porém as amostras que passaram pelo processo de desidratação osmótica independente do agente desidratador tiveram redução do teor de

fenólicos, este resultado também foi observado por Mendes (22), para laranjas desidratadas osmoticamente.

Segundo Paiva *et al.* (23) a cor, associada à qualidade, pode ser utilizada como indicador de transformações naturais dos alimentos frescos e fornece ao consumidor a correlação visual direta entre frescor e sabor. Os resultados das coordenadas de cor para os cajuzinho-do-cerrado in natura, desidratados osmoticamente e posteriormente submetidos a secagem convectiva estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3- Parâmetro cor nas amostras in natura, desidratadas e seguidas de secagem convencional de cajuzinho-do-cerrado. Sugestão: Colocar sem ser em equações.

Colocar título	Parâmetros de cor		
	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *
In natura	41,60 ± 7,11 ^c	17,73 ± 28,20 ^c	2,13 ± 5,86 ^a
Desidratado com sacarose	57,13 ± 12,49 ^{cd}	27,40 ± 16,43 ^e	35,70 ± 13,05 ^c
Desidratado com glucose	68,07 ± 6,92 ^d	13,43 ± 10,48 ^b	31,80 ± 3,35 ^c
Seco In natura	24,33 ± 9,34 ^a	18,30 ± 7,08 ^c	15,27 ± 4,43 ^b
Seco com sacarose	24,17 ± 9,00 ^a	20,07 ± 2,55 ^d	33,07 ± 11,96 ^c
Seco com glucose	30,08 ± 4,66 ^b	6,03 ± 4,39 ^a	12,04 ± 18,50 ^b

* Médias acompanhadas de letras minúsculas iguais, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa pelo teste de tukey (p < 0,05).

Fonte: Autores.

De acordo com a Tabela 3 é possível identificar que os índices de luminosidade (L), foi maior após a desidratação osmótica, principalmente com o agente desidratador glucose, podendo ver que comparando as amostras secas o que foi submetido a desidratação osmótica com glucose foi acima das demais.

O parâmetro de cor *a** varia do verde (-60) ao vermelho (+60) (24). Nota-se que houve alteração significativa na coloração vermelha das amostras em função dos tratamentos empregados, porém com exceção da amostra in natura que não houve alteração deste parâmetro.

Verifica-se na Tabela 3, que todas as amostras tenderam ao amarelo, no entanto, quando submetidas aos tratamento de desidratação osmóticas aumentaram significativamente o valor de *b**, porém após a secagem convencional a amostra que foi submetida ao agente desidratador glucose apresentou uma redução significativa, resultados semelhantes foram encontrados Germer *et al.* (25), para pêssegos que no processo houve, um ligeiro decréscimo do parâmetro *b** em alguns casos e, em outros, um pequeno aumento.

Foi avaliado o índice de escurecimento (IE) nos frutos in natura e após cada processo, desidratação osmótica e secagem convencional.

Tabela 4- Médias e Desvio padrão (DP) quanto ao IE das amostras in natura, desidratadas e secas de cajuzinho-do-cerrado. Sugestão: Colocar sem ser em equações.

		IE
In natura		33,53 ± 58,65 ^a
Desidratado com sacarose	com	152,45 ± 88,74 ^a
Desidratado com glucose		76,91 ± 23,15 ^a
Seco in natura		10695,43 ± 4084,6 ^{bc}
Seco com sacarose		11429,20 ± 1621,6 ^c
Seco com glucose		3558,22 ± 2634,67 ^b

* Médias acompanhadas de letras minúsculas iguais na mesma linha, não apresentam diferença significativa pelo teste de tukey (p <0,05).

Fonte: Autores.

Avaliando os resultados apresentados na Tabela 4. é possível identificar que o escurecimento das amostras não teve diferença significativa pela desidratação osmótica, porém está em conformidade com os resultados de L*, uma vez que apresentaram os menores valores de IE os que apresentaram maiores valores de luminosidade.

O escurecimento observado nesta pesquisa deve-se principalmente à caramelização dos açúcares e não devido às enzimas oxidases, pois o tratamento térmico na solução de sacarose e ácido cítrico provavelmente provocou a sua desnaturação (6). Apesar do escurecimento ter ficado mais presente após a secagem após a amostra seca com glucose apresentou diferença significativa.

De acordo com a Tabela 5, é possível notar que a perda de água na amostra desidratada com glucose foi menor e o ganho de sólidos foi superior do que as amostras que foram desidratadas na solução de sacarose, o fato pode ser explicado devido a uma camada protetora que impossibilitou a saída de água da fruta. De acordo com Torreggiani (26), deve-se favorecer a perda de água com o mínimo possível de ganho de sólidos, visto que este pode alterar o perfil nutricional e sensorial do produto.

Tabela 5- Resultados quanto a GS, PA, RM das amostras desidratadas do cajuzinho-do-cerrado.

	Sacarose (g/ 100 g massa inicial)	Glucose (g/ 100g massa inicial)
Ganho de Sólidos (GS)	27,59	32 ,00
Perda de água (PA)	85,62	0,07
Redução de massa (RM)	58,03	31,93

Fonte: Autores.

CONCLUSÕES

Conclui-se com os resultados apresentados, que o processo de desidratação osmótica seguido do processo de secagem foi eficaz e pode ser empregado para a conservação do cajuzinho-do-cerrado. O melhor tratamento apontado no presente foi a amostra seca desidratada com sacarose, pois foi a amostra que perdeu uma quantidade

significativa de umidade, que se trata de um fator de risco para a vida útil do cajuzinho-do-cerrado, apresentou menor perda da sua concentração de vitamina C, além de apresentar menor índice de escurecimento. As vantagens apontadas foram a agregação de valor ressaltando os sabores e o aroma, proporcionou maior facilidade no transporte além de prolongar a sua vida útil. A desvantagem apontada com os processos devido à exposição a altas temperaturas foi a redução da concentração de vitamina C e cinzas.

REFERÊNCIAS

1. Lima VPMS. Botânica. A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, p. 15-61, 1988.
2. Martins MCP. Efeito Do Tempo, Temperatura E Concentração Da Solução Osmótica No Processamento De Passas De Cajuzinho-do-cerrado. Goiânia, GO. Dissertação Pós- Graduação. Universidade Federal De Goiás Escola De Agronomia E Engenharia De Alimentos, 2007.
3. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, São Paulo, 2008.
4. Swain T, Hills W E. The phenolic constituents of *Pinnus domestica*. I. Quantitative analysis of phenolics constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.19, n.1, p.63-68, 1959.
5. Maldonado IR, Carvalho PGB, Ferreira NA. Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS. Comunicado técnico, março, 2013.
6. Souza MSS, Costa RA, Chaves ACSD, Nunes TP, Junior AMO. Desenvolvimento e Avaliação de Passas de Jaca Obtidas por Desidratação Osmótica Seguida de Secagem Convectiva. *UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde*, v.13, n.2, p.89-94, 2011.
7. Eren I, Kaymak-Ertekin F. Optimization of osmotic dehydration of potato using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, v.79, p.344-352, 2007.
8. Dionello RG, Berbert PA, Molina MAB, Pereira RC, Viana AP, Vinicius O, Carlesso VO. Desidratação osmótica de frutos de duas cultivares de abacaxi em xarope de açúcar invertido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n. 5, p.596-605, 2009.
9. Correa GC, Naves RV, Rocha MR, Chaves LJ, Borges JD. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium*

- othonianum Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. *Bioscience Journal*. v.24, n.4, p.42-47, 2008.
10. Felfili JM, Mendonça RC, Walter BMT, Silva Júnior MC, Nóbrega MGG, Fagg C.W. Flora fanerogâmica das matas de galeria e ciliares do Brasil Central. In: Ribeiro JF, Fonseca CEL, Souza-Silva JC. (Eds.) *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. Planaltina: Embrapa, CPAC, v. 1, p. 195-209, 2001.
 11. Borges RT. Caracterização do ambiente de ocorrência natural, fruto e pseudofruto de caju arbóreo do cerrado (*anacardium othonianum*), fenologia e implantação de coleção na ea/ufg. Goiânia, GO. Dissertação Pós- Graduação. Universidade Federal De Goiás Escola De Agronomia E Engenharia De Alimentos, 2012.
 12. Silva MR, Silva MS, Oliveira JS. Estabilidade de ácido ascórbico em pseudofrutos de caju-do-cerrado refrigerados e congelados. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.34, n.1, p.9-14, 2004.
 13. Santos JS, Santos MLP, Azevedo AS. Validação de um método para determinação simultânea de quatro ácidos orgânicos por cromatografia líquida de alta eficiência em polpas de frutas congeladas. *Química Nova*, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 540-544, 2014.
 14. Souza Filho MS, Lima JR, Souza ACR, Souza Neto MA, Costa MC. Efeito do branqueamento, processo osmótico, tratamento térmico e armazenamento na estabilidade da vitamina C de pedúnculos de caju processados por métodos combinados. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*. Campinas, v. 19, n. 2, p. 211-213,1999.
 15. Lima MAC, Assis JS, Gonzaga Neto L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do Submédio São Francisco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.24, n.1, p.273-276, 2002.
 16. Lee S K, Kader AA. Preharvest and postharvest factors influencing vitamina C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and technology*. v.20, n. 3, p. 207-220, 2000.
 17. Mesquita PC, Maia GA, Souza Filho MSM, Nassau RT. Pedúnculos de caju (*Anacardium occidentale* L.) processados por desidratação osmótica. *Revista Ciência de Alimentos*. v. 4, n°1, jun./nov, 2002.
 18. Moraes FP. Polpa desidratada de caju amarelo (*anacardium occidentale* L.) Por otimização em spray dryer: Caracterização físico química, bioativa e estudo na

- vida de prateleira do produto. Natal, RN. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande no Norte-UFRN; 2014.
19. Lazcano IF. Las Temperaturas altas y la deficiencia de calcio en tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). *Informaciones Agronomicas, Atlanta*, v. 3, n. 3, p. 11-12, 1998.
 20. Neto MAS, Maia GA, Lima JR, Figueiredo RW, Filho MSMS, Lima AS. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: Avaliação das variáveis de processo. *Ciênc. Agrotec., Lavras*, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, set, 2005.
 21. Martins MCP, Cunha TL, Silva MR. Efeito das condições da desidratação osmótica na qualidade de passas de cajuzinho-do-cerrado. *Ciência Tecnologia de Alimentos, Campinas*, 28(Supl.): 158-165, 2008.
 22. Mendes RLM, Freitas C H, Scaglioni CGS, Furlong EB. Condições para desidratação osmótica de laranjas e as propriedades funcionais do produto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 11, p. 1210-1216, 2013.
 23. Paiva M, Guamis B, Trujillo AJ, Capellas M, Ferragut V. Changes in microstructural, textural and colour characteristics during ripening of Manchego-type cheese salted by brine vacuum impregnation. *International Dairy Journal, Oxford*, v. 9, p. 91-98, 1999.
 24. Buckley RR, Giorgianni EJ. CIELAB for color image encoding (CIELAB, 8- Bit; Domain and Range, Uses). *Encyclopedia of Color Science and Technology*, v. 14, n.1, p. 1-9, 2015.
 25. Germer SPM, Queiroz MR, Aguirre JM, Berbari SAG, Anjos VA. Desidratação osmótica de pêssegos em função da temperatura e concentração do xarope de sacarose. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.2, p.161-169, 2011.
 26. Torreggiani, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. *Food Research International, Oxford*. v.26, n.1, p.59-68, 1993.

Capítulo 6

doi.org/10.53934/9786599539664-6

CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES DA AMORA PRETA (RUBUS SPP): UMA REVISÃO

Talita Fernandes Ferreira ; Larissa Costa de Oliveira ; Fabiana Cazeli Panage Lopes ; Otávio Henrique Ferreira ; Tatiana Nunes Amaral* 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email:
tatiana.amaral@ict.ufvjm.edu.br

Resumo: A amoreira é uma planta rústica pertencente à família Rosaceae, gênero *Rubus*, origem Asiática e introduzida no sul do Brasil na década de 70. A fruta destaca-se pela sua variedade nutricional, tecnológica e medicinal. Pelas características de perecibilidade e sazonalidade da amora preta o consumo *in natura* se torna limitado, neste sentido a aplicação de tecnologias de processamento são importantes. O presente estudo tem por objetivo abordar pontos chave para o entendimento da amora preta, suas características e aplicações tecnológicas em formato de revisão de literatura. Os tópicos abordados discorrem sobre as características gerais da amora preta como origem, estruturas, diferentes espécies, características físico-químicas, composição centesimal, variação de compostos fenólicos e antocianinas em diferentes meses de colheita, especificidades sobre a cor, presença de antioxidantes e pigmentos, finalizando com aplicações tecnológicas como corante natural, fermentado alcoólico, seco e *frozen*. Desta forma, com o interesse do consumo de amora e seus produtos pelas características nutricionais, tecnológicas e sensoriais pode-se verificar o potencial de uso do fruto em produtos alimentícios.

Palavras-chave: processamento de frutas; qualidade, tecnologia de alimentos

INTRODUÇÃO

A amoreira é uma planta originária da Ásia e introduzida na Europa durante o século XVII, sendo uma espécie arbustiva de porte ereto ou rasteiro, pertencente à família Rosaceae, gênero *Rubus*, sendo rústica e de fácil manejo. No Brasil, em 1972 surgiram as primeiras plantas no Centro de Pesquisa da Embrapa Clima Temperado, localizado em Pelotas-RS possuem alto potencial de cultivo em regiões brasileiras com período de inverno marcante, como na região Sul se estendendo até parte do Sudeste brasileiro (1).

O interesse pelo consumo da amora-preta (*Rubus* spp.) aumentou nos últimos anos, devido a seus frutos possuírem quantidades expressivas de compostos fenólicos e carotenoides, que podem auxiliar no combate a doenças degenerativas, bem como nas quantidades expressivas de vitaminas, minerais e fibras (2, 3).

Os frutos da amoreira preta apresentam coloração negra e sabor ácido a doce-ácido (4), contendo em sua forma *in natura* cerca de 85% de água, 10% de carboidratos,

minerais, vitaminas e compostos fenólicos como ácidos fenólicos e antocianinas. A composição das frutas está relacionada a diferentes fatores como o cultivo, manejo, condições climáticas, região, maturação, tempo de colheita e as condições de armazenamento (5). Além disso, o transporte inadequado de embalagens é responsável pela deterioração das frutas *in natura* (6).

A amora-preta é rica em compostos fenólicos bioativos (7), destacando-se a presença de antocianinas que são pigmentos que variam de colorações entre laranja, vermelho e azul (8; 9). Outros grupos de compostos químicos como alcalóides, cumarinas, flavonoides, triterpenos e esteróides têm sido investigados no gênero *Morus*, e muitos desses compostos possuem propriedades biológicas interessantes como atividade anti-inflamatória, diurética e efeitos hipotensores (6; 7; 8).

A sazonalidade e o fato de ser altamente perecível diminui a viabilidade da utilização em larga escala do fruto *in natura* (10). Sendo assim, o processamento das frutas da amoreira-preta em alguns produtos como geleias, sucos, iogurtes e sorvetes é uma das alternativas para agregar valor e aumentar a sua disponibilidade em diversas épocas, além de auxiliar na renda dos fruticultores (11).

Como a safra de amora-preta é concentrada em alguns meses do ano, especialmente de novembro a dezembro, e por ser uma fruta de baixa conservação pós-colheita, a sua aplicação tecnológica é fundamental para a sua produção fora do pico de oferta. Dessa maneira, e a utilização de técnicas culturais que possam estender o período de produção são ferramentas importantes para o produtor (10).

Diante do exposto, este estudo tem por objetivo abordar literaturas científicas de revisão sobre as espécies de amora preta no Brasil e um levantamento de suas principais características e abordando suas aplicações tecnológicas.

AMORA PRETA

A amoreira-preta faz parte de um grande grupo de plantas do gênero *Rubus*. Este gênero pertence à família Rosaceae, na qual existem outros gêneros de importância (*Malus*, *Prunus*, *Pyrus*, *Morus* entre outros) para a fruticultura brasileira (12). É uma planta rústica, de clima temperado e no Brasil, as primeiras culturas foram introduzidas em 1972, no Centro de Pesquisa da Embrapa Clima Temperado, localizada em Pelotas-RS (13) e foi caracterizada como possuindo uma ampla adaptação e, por suas características, é ótima opção para cultivo em pequenas propriedades, possuindo assim grande aceitação por parte dos produtores, devido ao baixo custo de implantação e produção, facilidade de manejo e uso reduzido de defensivos agrícolas (14; 15).

A amoreira-preta é uma espécie arbustiva que apresenta porte ereto ou rasteiro, produz frutos agregados, com cerca de 4 a 7 gramas e apresentam coloração negra e sabor que varia do ácido a doce-ácido. Apresenta espinhos em suas principais cultivares comerciais, exigindo do operador da colheita muito cuidado com sua integridade física e também da qualidade do fruto. São plantas que produzem em ramos de ano, sendo eliminados após a colheita. Enquanto alguns ramos estão produzindo, outras hastes emergem e crescem (12; 16).

O fruto da amoreira-preta recebe a designação ‘pequenos frutos’ (ou ‘small fruits’) que também é utilizada na literatura internacional para referenciar diversas culturas como a do morangueiro, amoreira-preta, framboeseira, groselheira, mirtilo entre outras. O

cultivo de pequenos frutos caracteriza-se pela elevada exigência de mão de obra e pela possibilidade de obtenção de alto retorno econômico (17).

No Brasil houve o melhoramento genético de algumas espécies na década de 1970 com a introdução de uma pequena coleção de cultivares, da qual faziam parte 'Brazos', 'Cherokee' e 'Comanche' realizado. Após alguns anos da introdução, foram trazidas sementes de cruzamento entre espécies realizado nos Estados Unidos dando origem às primeiras espécies brasileiras como a Ébano (1981) e a *Tupy* (1988) (18; 19).

A amoreira-preta pertence à família *Rosaceae*, e faz parte de um grande grupo de plantas do gênero *Rubus*. Este gênero possui entre 400 a 500 espécies de framboesa e amora-preta na América, Europa, África e Ásia. É uma espécie arbustiva de porte ereto ou rasteiro e seus frutos possuem cerca de 4 a 7 gramas, de coloração negra e sabor ácido a doce-ácido (10).

O principal produtor brasileiro é o Rio Grande do Sul, que possui um significativo crescimento de área cultivada nos últimos anos. Outros estados que possuem um microclima adequado para o seu cultivo no Brasil são Santa Catarina, Paraná, São Paulo e a região sul de Minas Gerais. Sua safra se concentra em alguns meses do ano, especialmente de novembro a dezembro, e por ser uma fruta de baixa conservação pós-colheita, possui uma concentração e oferta de produtos no mercado (20).

Algumas propriedades são atribuídas às frutas de amoreira-preta como funções antimutagênica e anticancerígena, inibição contra replicação do vírus HIV, controle de hemorragias em animais e seres humanos, controle da pressão arterial e efeito sedativo, complexação com metais, função antioxidante, ação contra crescimento e alimentação de insetos. É uma cultura de fácil manejo e que possibilita o beneficiamento de produtos como geléias, doces e outros derivados (10).

A cultivar Brazos é considerada precoce, com hastes semi eretas e presença de espinhos. É originária do Texas e apresenta boa resistência a baixas temperaturas. Apresentam coloração preta, com massa em torno de 6 a 7 g, de consistência firme, com sabor doce ácido e adstringente, sobressaindo a acidez e um pouco de adstringência. Devido ao sabor mais ácido, é recomendada para o processamento. O teor de sólidos solúveis é, em geral, entre 8,0 e 8,5° Brix (19), com período de colheita no início de novembro (18). Dentre as cultivares de origem norte-americana, a 'Brazos' é a mais adaptada às condições brasileiras, apresentando boa produção em regiões com a ocorrência de 200 horas de frio (21).

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO FRUTO

O fruto verdadeiro da amoreira-preta (*Rubus* spp.) é denominado mini drupa ou drupete. Cada mini drupa possui uma pequena semente e a junção dos frutos verdadeiros forma o fruto agregado (22).

A maturação da amora-preta é determinada pela coloração e acidez, sendo a coloração o atributo de qualidade que determina o ponto de colheita (23). Durante o amadurecimento, o fruto passa por algumas mudanças na coloração sendo de verde para vermelho e de vermelho para preto. Os últimos estádios de maturação normalmente ocorrem de um a três dias, e os frutos são divididos comercialmente em três estádios de maturação: “mosqueado” quando o fruto apresenta 50% da superfície com coloração preta, “preto-brilhante” quando apresentam 100% da superfície preta e brilho aparente e

“preto-opaco”, quando apresentam coloração preta, porém com perda de brilho devido ao estágio avançado de maturação (24).

A colheita deve ser realizada quando os frutos atingirem o estágio de maturação “preto-brilhante” com mini drupas não expandidas, pois a colheita em estádios anteriores implica em frutos imaturos e com pouca aceitabilidade pelo mercado consumidor, uma vez que suas características não mudam significativamente após a colheita. Já em estádios mais avançados como “preto-brilhante” com mini drupas expandidas ou “preto-opaco” implica na maior fragilidade dos frutos e menor conservação pós-colheita (25; 26). Como o processo de maturação do fruto ocorre de maneira rápida, a colheita deve ser realizada com certa regularidade, o que determina a qualidade e uniformidade dos frutos colhidos e reduzindo as perdas por frutos sobremaduros, que evoluem para senescência (23).

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSIÇÃO DO FRUTO

Os resultados da pesquisa sobre os cultivares Guarani, *Tupy* e Brazos de espécies de amora-preta (*Rubus sp.*) estão representados pela Tabela 1.

Tabela 1 - Características físico-químicas e composição nutricional das espécies de amora-preta (*Rubus sp.*).

Análises (%)	Guarani	<i>Tupy</i>	Brazos
Umidade	87,0 ^b	88,3 ^{ab}	89,3 ^a
pH	3,15 ^b	3,28 ^a	3,27 ^a
Sólidos solúveis (°Brix)	8,5 ^a	8,5 ^a	8,6 ^a
Proteínas	0,75 ^b	0,83 ^b	1,24 ^a
Cinzas	0,86 ^a	0,80 ^a	0,89 ^a
Fibras	2,02 ^a	2,52 ^a	2,05 ^a
Valor calórico (Kcal/100g)	22,58 ^c	32,51 ^b	33,09 ^a

Fonte: Chim et al. (13). Médias de três repetições de letras diferentes na mesma linha evidenciam diferença significativa pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Comparando os dois pesquisadores (13) e (15) e seus colaboradores, as cultivares de amora-preta não apresentaram diferença significativa para as análises de cinzas, fibras, gorduras e sólidos solúveis.

Em relação aos valores de teores de umidade apresentado por Chim et al. (13), demonstram estar em conformidade com o estudo realizado por Guedes et al. (3), no qual os frutos da amoreira preta das cultivares *Brazos*, *Guarani* e *Tupy* apresentaram respectivamente teores de umidade de 90,09%, 90,24% e 90,26% não apresentando variação significativa entre si sendo este valor característico de frutas ricas em água.

De acordo com Hirsch et al. (27), os valores de pH ficaram entre 2,78 a 3,08, não havendo diferença significativa entre os distintos genótipos, sendo os valores mais baixos em relação aos resultados obtidos por (13). Valores de pH baixo são esperados pelo fruto devido às suas características naturais indicando o caráter ácido-doce da fruta. Esta é uma característica desejável para a industrialização da fruta. Para uma aplicação tecnológica como a produção de geleias, segundo Lopes (28), o pH ótimo para a formação do gel, na

fabricação de geleias, é de 3,0 a 3,2. Assim, as amoras-pretas avaliadas nos dois estudos são propícias para a industrialização, pois dispensam o uso de acidulantes na fabricação de geleias, o que reduzirá os custos.

Encontraram valores de sólidos solúveis levemente menores do que os deste estudo para as cultivares 'Tupy' (6,9 °Brix), que pode estar relacionado a diferenças nas características climáticas da região de cultivo (29). Já Hirsch et al. (27), encontrou valores mais elevados no teor de sólidos sendo 10,2° Brix para o genótipo "Tupy" e 10,01° Brix para o "Guarani". O aumento no conteúdo de sólidos solúveis é uma das principais alterações fisiológicas que ocorrem nas frutas durante o seu amadurecimento. Esse aumento ocorre através do acúmulo de açúcares, principalmente glicose, frutose e sacarose, através da biossíntese ou degradação de polissacarídeos, ocorrendo simultaneamente com a redução da acidez (30), o que explica os valores de sólidos solúveis maiores encontrados por (27) que analisaram frutos que foram colhidos com estágio de maturação completo. Todas as amostras analisadas passaram antes por seleção, sanitização, trituração e congelamento em faixas de temperatura variando de -10° C a -20° C. Para as amostras que não apresentaram variação entre si nos valores de sólidos solúveis segundo (31), estes resultados ocorrem devido à baixa temperatura de armazenamento utilizada, que reduz a atividade metabólica, desacelerando os processos fisiológicos, assim como a perda de massa, e preservando por maior período de tempo os sólidos solúveis, sem que ocorra sua degradação através do processo respiratório (32).

Para a composição centesimal foi observado que os valores de proteína e fibra alimentar se apresentaram respectivamente em torno de 0,09% a 0,14% e 5,5 a 5,8% entre as três espécies analisadas ("Tupy", "Guarani" e "Cherokee") onde não apresentaram diferenças significativas. Diferente do observado para proteínas, fibra e umidade, o presente estudo revelou que o conteúdo de cinzas apresentou variação significativa entre as amostras, indicando diferenças no conteúdo de minerais (0,41^{ab}; 0,49^a ; 0,46^{ab}) (27).

Tabela 2: Compostos fenólicos e antocianinas da amora-preta "Brazos" produzida entre Junho e Dezembro.

Meses	Compostos Fenólicos Totais	Antocianinas
Junho	152,03±0,02 abc	33,21±7,42 b
Julho	173,92±0,03 ab	50,57±8,33 ab
Agosto	192,23±0,03 a	55,86±5,44 ab
Setembro	129,67±0,04 bc	65,60±20,99 a
Outubro	112,56±0,03 c	58,54±21,47 a
Novembro	129,06±0,02 bc	59,49±10,00 a
Dezembro	142,45±0,02 bc	61,58±5,78 a

Fonte: Cruz et al. (33) MARIA DO CÉU

A antocianina é um pigmento que se influencia pela radiação solar, diante desse fator houve o aumento da intensidade solar a partir do mês de agosto (Tabela 2), e conseqüentemente os teores de antocianina aumentaram. No mês de setembro obteve-se

o maior teor de antocianinas com 65,60 mg 100 g⁻¹ de fruta e menor para o mês de junho, 33,21 mg 100 g⁻¹ de fruta.

Os teores de compostos fenólicos estão diretamente ligados à qualidade das frutas, influenciando na cor e no “flavor” do fruto sendo os maiores teores observados na colheita realizada em agosto, quando as amoras apresentaram melhor combinação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez (Tabela 2). Os compostos presentes no fruto da *Rubus sp.* e de outras espécies apresentam amplo espectro de atividade bioquímica tais como propriedades antioxidantes, antimutagênicas e anticarcinogênicas bem como a capacidade moduladora da expressão gênica (34).

Na Tabela 3 estão representados os parâmetros de cor das amoras de amora-preta.

Tabela 3 - Parâmetros de cor das amostras de amora-preta (*Rubus sp.*)

Amostras de amora-preta	L*	a*	b*	Croma	Ângulo de matiz (H)
<i>Tupy</i>	27,5 ns± 1,1	18,7 ^b ± 3,1	4,5 ^b ± 1,4	19,2 ^b ±3,3	13,2 ^b ±2,0
Guarani	29,7 ± 2,3	22,6 ^{ab} ±0,5	5,9 ^{ab} ±08	22,7 ^{ab} ±1,6	14,9 ^{ab} ± 1,0
Cherokee	29,1 ± 1,6	20,4 ^a b±0,6	5,2 ^{ab} ±1,6	21,0 ^{ab} ±0,7	14,3 ^{ab} ±0,0
Sel 02/96	28,9 ± 2,0	22,4 ^{ab} ±2,6	6,5 ^{ab} ±1,2	23,0 ^{ab} ±3,3	16,0 ^{ab} ±1,1
Sel 07/001	28,7 ± 2,4	23,6 ^{ab} ±4,8	7,3 ^{ab} ±2,6	24,7 ^{ab} ±5,3	16,8 ^{ab} ±2,4
Sel 03/001	31,4±1,8	30,8 ^a ± 3,0	11,2 ^a ± 1,9	32,8 ^a ±3,5	19,8 ^a ±1,5

Fonte: Hirsch, Facco, *et al.* (27)

Segundo Shiavon *et al.* (32), a luminosidade (L*) é um indicativo da intensidade das cores, correspondendo ao claro ou escuro (0 = preto e 100 = branco) e está associada ao frescor da fruta. Dessa maneira a amostra *Tupy* é a mais clara e a Sel 03/001 a mais escura (27).

Valores positivos para o parâmetro a*, correspondem a coloração vermelha e valores negativos correspondem ao verde. As amostras Sel 03/001 obtidas por Hirsch *et al.* (27), são as mais vermelhas. Para o parâmetro b*, a amostra *Tupy* apresenta os menores índices e a amostra Sel 03/001 os maiores (27).

O Croma é a variável que representa a saturação das cores, quanto maior o valor, mais pura é a cor (32). Sendo assim a amostra *Tupy* possui uma pureza menor e a amostra a amostra Sel 03/001 uma pureza de cor menor se comparada às demais.

A coloração das frutas é muito importante para a sua avaliação durante o seu consumo. A tonalidade de cor é representada pelo índice hue ou ângulo de matriz. Assim como nas comparações anteriores, a amostra *Tupy* apresentou um índice menor que os demais e a amostra 03/001 o maior (27).

Uma análise entre a coloração e o estado de maturação está presente na Tabela 4.

Tabela 4: Parâmetros de cor L*, a*, b*, croma, cor (hue), relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (ratio), de amoras-pretas 'Tupy', colhidas em diferentes estádios de maturação, submetidas ao armazenamento refrigerado.

	Luminosidade (L*)			Coordenada a*			Coordenada b*		
	EM1	EM2	EM3	EM1	EM2	EM3	EM1	EM2	EM3
0	34,76 a	27,51 b	21,26 c	24,72 a	15,09 b	1,90 c	18,65 a	12,54 b	2,80 c
3	32,65 a	24,54 b	20,39 c	21,96 a	8,59 b	2,60 c	17,82 a	5,62 b	3,07 c
6	32,07 a	22,65 b	20,24 c	23,01 a	7,37 b	2,83 c	17,91 a	4,92 b	3,17 c
9	30,26 a	21,71 b	19,01 c	23,54 a	6,49 b	3,15 c	15,42 a	5,58 b	3,91 c
CV (%)	3,52			5,19			5,79		
Armaz. (dias)	Croma			Cor (°hue)			Ratio (SS/AT)		
	EM1	EM2	EM3	EM1	EM2	EM3	EM1	EM2	EM3
0	30,96 a	19,63 b	3,38 c	37,04 b	40,39 a	55,78 a	2,92 c	4,19 b	7,97 a
3	28,29 a	10,26 b	4,02 c	39,06 b	33,17 c	49,75 a	3,00 c	3,94 b	8,48 a
6	29,16 a	8,86 b	4,25 c	37,89 b	33,79 c	48,32 a	3,19 c	4,21 b	8,78 a
9	28,16 a	8,57 b	5,02 c	33,22 c	40,75 b	51,09 a	3,46 c	4,97 b	9,96 a
CV (%)	4,07			4,34			6,88		

Fonte: Schiavon, Leivas, et al. (32)

Segundo Schiavon et al. (32), as frutas colhidas com epiderme totalmente vermelho apresentam os maiores valores de luminosidade (L*), enquanto que as colhidas no estado de maturação maduro (epiderme preta), apresentam os menores índices independente do tempo de armazenamento. O parâmetro de cor (a*), EM1 apresentou os maiores valores diferindo significativamente dos demais independente do período de armazenamento analisado. O parâmetro de cor (b*), apresentou o mesmo padrão que variáveis (a*) e (L*), onde as frutas do EM1 apresentaram os maiores valores independente do período de armazenamento. Já as amoras pretas colhidas mais tardiamente (EM3) apresentaram os menores valores para o parâmetro (b*).

Analisando a tabela, observou-se que as frutas colhidas no EM1 apresentaram os maiores valores de croma, independente no período de armazenamento avaliado. Já as amoras pretas do EM3 apresentaram os menores valores, possivelmente, porque as mesmas já haviam atingido sua maturação e através do armazenamento refrigerado foi possível preservar sua qualidade (32).

A tonalidade de cor, representada pelo °hue, o EM3 apresentou os maiores valores no dia em que as frutas foram colhidas (dia 0). Estes resultados se diferem dos demais, ao ponto que o EM1 e EM2 não diferem entre si. Aos 3 e 6 dias de armazenamento, o EM3 apresentou os maiores valores para °hue, seguido do EM1 e os menores valores foram verificados nas frutas colhidas no EM2. No último dia de armazenamento (dia 9), o menor °hue foi verificado no EM1 e o maior no EM3, ambos diferindo significativamente entre si e também do EM2. Todos os valores apresentaram tendência ao vermelho e segundo Hirsch et al. (27), isso se deve principalmente à grande

quantidade de compostos fenólicos presentes na amora-preta, dentre eles, as antocianinas.

Segundo Shiavon et al. (32), a relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável, chamada de ratio, é um dos principais indicativos do sabor das frutas, para que as mesmas apresentem um bom equilíbrio gustativo. Sendo assim é necessário que as mesmas tenham equilíbrio entre ácidos e açúcares. Independente do período de armazenamento, as frutas colhidas no EM3 apresentaram a maior relação entre açúcares e ácidos, diferindo significativamente dos demais. A amostra EM1 apresentou os menores valores para o ratio, o que demonstra que a acidez presente nessas frutas é relativamente maior em relação às do EM3 e conseqüentemente os teores de açúcares são inferiores também. Segundo Brackmann et al. (35), as frutas do EM1 não seriam apropriadas para o paladar do consumidor brasileiro, pois o mesmo tem preferência por frutas com sabor mais doce ou que sobressaia o doce.

ANTIOXIDANTES E PIGMENTOS

Os antioxidantes em alimentos são substâncias que mesmo em quantidades pequenas são capazes de prevenir ou retardar a oxidação de materiais facilmente oxidáveis, como as gorduras. Para alimentos e bebidas, os antioxidantes podem ser relacionados à proteção da oxidação de substratos específicos ou a formação de produtos de oxidação específicos (36).

Dentre os compostos fenólicos presentes na amora-preta, as antocianinas são um dos destaques sendo a cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo, as mais representativas; os flavonoides destacam-se a quercetina e kaempferol e o ácido elágico que encontra-se presente em quantidade mais significativa na forma de seu precursor, o ácido gálico (27). Apesar das funcionalidades e benefícios, esses compostos são extremamente instáveis podendo sofrer degradação durante as diversas etapas do processamento, armazenamento e estocagem de alimentos. Os principais fatores de maior influência são pH, temperatura, presença de oxigênio e enzimas, além da interação com outros componentes do alimento como ácido ascórbico, íons metálicos, açúcares e copigmentos (37; 38).

A amora-preta *Rubus sp.* apresenta teores elevados de flavonoides e de ácidos fenólicos, sendo o componente majoritário a antocianina mais especificamente a Cianidina 3-glucosídeo (92% do total de antocianinas) que foi demonstrado por Ferreira et al (14) em seu estudo sobre compostos bioativos presentes em amora preta. O perfil de antocianinas encontrado neste estudo é compatível com os reportados na literatura para amora-preta (39), onde a cianidina 3-glucosídeo também foi a majoritária (88,6 a 95,2 %).

As antocianinas podem ser definidas como flavonoides abundantemente distribuídos na natureza e são responsáveis pela maior parte das cores azul, violeta e todas as tonalidades de vermelho, presentes em flores e frutos (40). Possuem uma estrutura química adequada para a ação antioxidante onde são capazes de doar elétrons ou átomos de hidrogênio para radicais livres representando assim um papel importante na prevenção e no retardamento de diversas doenças; (41; 42).

Em análises de antioxidantes em amora preta congeladas a -18°C realizadas por Pegoraro et al. (43), os valores de compostos antioxidantes ativos no fruto pós-colheita indicam que mesmo sob refrigeração houve preservação de compostos antioxidantes

ativos. Em seu trabalho determinou que o composto fenólico de destaque na fruta de amora-preta é a antocianina apresentando valor de 155,63 mg/L. Esse alto valor é responsável pela coloração azul-roxa intensa da fruta e este composto está presente não só nas amoras mas também em frutas e flores roxas e vermelhas.

APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS

As amoras apresentam em sua composição um alto teor de umidade como demonstrado no estudo realizado por Wu e Prior (39), com valor acima de 80% de em relação a sua composição. Com o uso de aplicações tecnológicas, pode-se transformar o fruto *in natura* perecível em produtos com validades superiores como os congelados em polpas, processos de secagem obtendo-se um produto em pó, aumentando a vida útil do produto e sua conservação.

Os valores ácidos característicos pelo baixo pH dos frutos de amora são excelentes alternativas para a industrialização da fruta uma vez que, o pH (3,0-3,2) apresenta facilidade de formação do gel essencial na fabricação de geleias (28).

De acordo com Zampieri (44), outras aplicações tecnológicas podem ser empregadas para as amoras como o uso de corante natural utilizado em bases alimentícias como também em farmacêuticas. Dentre os corantes naturais mais empregados pela indústria, temos a antocianina, que está presente nas amoras. O interesse da aplicação das antocianinas como corante natural é devido elas proporcionarem coloração vermelho brilhante em produtos ácidos como refrigerantes, conservas, geleias, e doces (45).

As folhas da amoreira preta apresentam importância econômica na Turquia devido a sua utilização como alimento para o bicho de seda, também apresentam ação diurética e devido a quantidade elevada de flavonoides tem sido utilizada para o tratamento do climatério (46).

Além disso, as amoras são ricas em vitaminas E, A, ferro, potássio, magnésio e manganês. Sua utilização como remédio, em cápsulas, é indicada para o período de tensão pré menstrual (TPM) e sintomas de menopausa (47). Possui indicações para as disfunções renais e hepáticas, tratamento de lesões bucais, utilizado como laxativo e diurético, cicatrizante e combate radicais livres no organismo (48).

Como visto o fruto da amoreira preta é muito utilizado na indústria alimentícia pela sua boa aceitação por parte dos consumidores e pelas suas características nutricionais. Foram realizados estudos por (49) sobre a produção de fermentados alcoólico e acético de Amora Preta (*Morus nigra L.*) visando aproveitamento tecnológico e agroindustrial onde utilizaram técnicas simples e de baixo custo para a elaboração dos fermentados em questão, com o objetivo de apresentar opções de reaproveitamento de frutos para agroindústrias e pequenos produtores. Os resultados apontaram que as técnicas apresentadas para fermentação alcoólica são viáveis onde a fermentação teve duração de 56 horas ocorrendo de forma desejada a apresentou uma curva rápida e decrescente de sólidos solúveis mostrando que a rápida utilização dos sólidos solúveis totais indica alta quantidade de açúcares fermentescíveis no mosto que favorece o processo fermentativo (49).

Outro método de aplicação tecnológica da amora-preta seria o processo de desidratação dos frutos. A desidratação é um processo que agrega valor ao produto, além de diversificar a sua utilização (50). A desidratação por liofilização, *spray-dryer*, leite de jorro, etc. demonstram serem boas técnicas para aproveitar o excedente da produção,

disponibilizando para o mercado produtos estáveis e seguros (51). A desidratação dos alimentos causa poucas alterações no geral, sendo algumas delas desejáveis, como a perda de água, por técnicas adequadas com a consequente concentração dos nutrientes por unidade de peso. Ao liofilizar um produto, devido à perda de água, este, concentra suas propriedades funcionais proporcionando ao produto melhor qualidade nutricional, o que contribui diretamente para o seu melhor aproveitamento (50).

Uma das formas de alavancar a produção e aplicação tecnológica da amora preta seria elaborar um produto lácteo, como o *frozen*. O *frozen* é uma mistura coloidal aerada, contendo espessantes e estabilizantes, de sabor doce, que além de ser um produto saudável, pode possuir diversos sabores. Analisando os resultados da análise sensorial do produto, a preparação de *frozen* adicionado de amora-preta obteve pela pesquisa de campo uma boa aceitabilidade, pois 30% das pessoas responderam “gostei muitíssimo” para formulação contendo 20% de polpa de amora, assim como a análise de preferência, na qual 50,5% dos provadores preferiram esta formulação, e todos as formulações apresentaram boa intenção de compra sendo possível a comercialização do produto devido sua boa aceitabilidade por parte dos consumidores. Como o fruto apresenta valor de pH baixo o mesmo pode ser considerado como uma boa matéria-prima para utilização na fabricação de produtos como o *frozen*, devido ao fato de a acidez contribuir como barreira contra o desenvolvimento de microrganismos e desta forma, o produto pode ter uma vida de prateleira maior (52).

CONCLUSÕES

O interesse pelo consumo de amoras pretas está associado com a cultura de algumas regiões do país, o que tem ampliado a área de produção do fruto principalmente na região Sul. O fruto possui diversas propriedades nutricionais, compostos fenólicos e carotenoides, o que tem aumentado o seu consumo. Quando consumida *in natura* é altamente nutritiva e contém 85% de água, 10% de carboidratos, elevado conteúdo de minerais, vitaminas do complexo B e A e cálcio, além de ser fonte de compostos funcionais, porém possui vida útil reduzida por possuir casca fina e perder muita água ao longo do período de armazenamento. As suas características físico-químicas, apesar dos variados genótipos dentro da mesma espécie não apresentam diferenças muito discrepantes, mostrando assim uma similaridade entre os frutos. Os baixos valores de pH apresentados por todas as espécies contribuem para sua utilização tecnológica quando aplicada em alimentos que passam por um processo de geleificação que necessitam de uma mistura com pH variando de 3 a 3,2. Por ser um fruto sazonal e muito perecível devido à alta quantidade de água em sua composição, a sua aplicação tecnológica seria a solução ideal para a sua maior disponibilidade. O grande potencial tecnológico de produção e aplicação da amora-preta tem sido estudado com diversas finalidades como aplicação em *frozen*, iogurtes, sucos, fermentação alcoólica dentre outros alimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), além do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

e o Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

REFERÊNCIAS

1. Santos AM, Raseira MCB, Madail JCM. Amora-preta. [Internet]. São Paulo: Embrapa Produção de informação; 1997 [cited 2022 Fev 03]. Available from: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/97112/1/Aculturadaamorapreta.pdf>.
2. Guedes MNS, Abreu CMP, Maro LAC, Pio R, Abreu JR, Oliveira JO. Caracterização química e teores de minerais em frutos de cultivares de amoreira-preta cultivadas em clima tropical de altitude. *Act Scient Agronomy* [Internet]. 2013 [cited 2022 Fev 03]; 35(2): 191-98. Available from: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i2.16630> doi: 10.4025/actasciagron.v35i2.16630
3. Guedes MNS, Maro LAC, Abreu CMP, Pio R, Patto LS. Composição química, compostos bioativos e dissimilaridade genética entre cultivares de amoreira (*Rubus spp*) cultivadas no Sul de Minas Gerais. *Rev Brasileira de Fruticultura* [Internet]. 2014 [cited 2022 Fev 4]; 36(1): 206-13. Available from: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-230/13> doi: 10.1590/0100-2945-230/13
4. Mota, RV. Caracterização física e química de geléia de amora-preta. *Food Science and Technology* [Internet]. 2006 [cited 2006 Fev 3]; 26(3): 539-43. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000300009> doi: 10.1590/S0101-20612006000300009
5. Maro LAC, Pio R, Santos MNG, Abreu CMP, Curi PN. Bioactive compounds, antioxidant activity and mineral composition of fruits of raspberry cultivars grown in subtropical areas in Brazil. *Fruits. EDP Sciences*; 2013;68(3):209–17. Available from: <https://doi.org/10.1051/fruits/2013068> doi: 10.1051/fruits/2013068
6. Dotto M, Pirola K, Junior AW, Radaelli J, Danner M. Biofilmes e embalagens na conservação pós-colheita de lima ácida Tahiti. *Rev Bras de Ciênc Agrá* [Internet]. 2015 [cited 2022 Fev 4]; 10(3): 365-369. Available from: <https://doi.org/10.5039/agraria.v10i3a3835> doi: 10.5039/agraria.v10i3a3835
7. Oliveira DM, Rosa CILF, Kwiatkowski A, Clemente E. Revestimentos biodegradáveis na pós-colheita de amora-preta armazenada sob refrigeração. *Ver Ciênc Agro*. 2013; 44(2): 302-309.
8. Siriwoharn T, Wrolstad RE, Fiin C, Pereira CB. Influence of cultivar, maturity and sampling on blackberry (*Rubus L. Hybrids*) anthocyanins, polyphenolics, and antioxidante properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [Internet]. 2004 Dec 7 [cited 2022 Feb 5]; 52(26): 8021-8030. Available from: <https://doi.org/10.1021/jf048619y> doi: 10.1021/jf048619y

9. Maro LAC, Pio R, Guedes MNS, Abreu CMP, Moura PHA. Variação ambiental e genética pós-colheita de framboesas em árvores subtropicais do Brasil. *Acta Sci Agron* [Internet]. 2014 [cited 2022 Fev 4]; 36(3): 323-28. Available from: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v36i3.18050> doi: 10.4025/actasciagron.v36i3.18050
10. Antunes LEC, Trevisan R, Gonçalves ED, Franzon RC. Produção extratemperânea de amora-preta. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2006;28(3):430-4.
11. Jacques AC, Zambiasi RC. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus* spp). *Biblioteca Virtual em Medicina Veterinária e Zootecnia* [Internet]. 2011 [cited 2022 Jan 22]; 32(1): 245-60. Available from: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/semina-ciencias-agrarias/32-\(2011\)-1/fitoquimicos-em-amora-preta-rubus-spp/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/semina-ciencias-agrarias/32-(2011)-1/fitoquimicos-em-amora-preta-rubus-spp/).
12. Antunes LEC. Amora-preta: Nova opção de cultivo no Brasil. *Ciência Rural*. 2002;32(1):151-58.
13. Chim JF, Rodrigues RDS, Zambiasi RC. Caracterização físico-química, fitoquímica e atividade antioxidante de cultivares de amora preta da região sul do rio grande do sul. In: *Anais do 7º Simpósio de Segurança Alimentar - Inovação com sustentabilidade* [Internet]; 2020, Out 27-29; Pelotas, RS. Pelotas São Paulo: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia; 2020 [cited 2022 Fev 3]. Available from: http://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_232.pdf.
14. Ferreira DS. Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus* spp.). *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2010; 32(3):664-74.
15. Raseira MCB; Frazon RC, Scaranari C. Cultivar de Amora-preta BRS Xingu: Alternativa à cultivar Brazos para o Sudeste do Brasil. *Embrapa* [Internet]. 2018 [cited 2022 Fev 5]; 1(1). Available from: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189106/1/COMUNICADO-TECNICO-362.pdf>.
16. Chagas EA, Pio R, Barbosa W, Dall'Orto FAC, Mendonça V. Amora-preta: a pequena fruta com elevado potencial de cultivo. *Artigo em Hypertexto* [Internet]. 2007 [cited 2022 Fev 3]. Available from: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_2/amora/index.htm#:~:text=A%20amora%20preta%20desenvolve%20se,%C3%A0%20elevada%20sensibilidade%20dos%20frutos.
17. Facchinello JC, Hoffmann A, Santos AM. Amoreira-preta, framboesa e mirtilo: pequenos frutos para o sul do Brasil. *Congresso Brasileiro de Fruticultura*. 1994; 3(1): 989-90.

18. Fagundes MCP. Caracterização fenológica e produtiva de cultivares de amoreira-preta [dissertation thesis on the internet]. Diamantina: Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; 2014 [cited 2022 Jan 23]. 85 p. Available from: <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/308>.
19. Raseira MCB, Franzon RC. Melhoramento genético e cultivares de amoreira-preta e mirtilo. Informe Agropecuário [Internet]. 2012 [cited 2022 Jan 23]; 33(268):11-20. Available from:antos AM, Raseira MCB, Madail JCM. A cultura da amora-preta. Coleção Plantar [Internet]. 1997 [cited 2022 Jan 23]; 2(33):61. Available from:<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/97112>.
20. Silva ER, Melo FDC. Manual de manejo da cultura da amora (Rubus spp.). Secretaria de Agricultura de Tijuca do Sul [Internet]; 2021 [cited 2022 Jan 23]. Agricultura: [about 12 screens]. Available from: <https://www.tijucasdosul.pr.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/Manual-Amora.pdf>.
21. Gonçalves ED, Zambon CR, Silva DF, Silva LFO, Pio R, Alvarenga AA, Caproni CM. Implantação, manejo e pós-colheita da amoreira preta. EPAMIG: Circular Técnica n 140. 2011;(140):5.
22. Poling EB. Blackberries. Journal of Small Fruit & Viticulture [Internet]. 2008 [cited 2022 Fev 6]; Frutas: [about 36 pages]. Available from: https://doi.org/10.1300/J065v04n01_02 doi: 10.1300/J065v04n01_02.
23. Pagot E. Cultivo de pequenas frutas: amora-preta, framboesa e mirtilo. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2006, 41p.
24. Perkins-veazie P, Clark JR. Cultivar and maturity affect postharvest quality of fruit from erect blackberries. HortScience. 1996;31(2):258-61.
25. Antoniulli L, Dall'Agnol A. Atributos de qualidade relacionados ao estágio de maturação de amoras-pretas. Jornal da Fruta [Internet]. 2008 Jan [cited 2022 Fev 4]; Frutas:[about 2 pages]. Available from: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/542184/1/93262008p.10.pdf><https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/939262>.
26. Coutinho EF, Machado, NP, Cantillano RFF. Sistema de Produção da amoreira-preta. Embrapa Clima Temperado [Internet]. 2008 [cited 2022 Fev 6]. Available from:<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2204/sistema-de-producao-da-amoreira-preta><http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amora/SistemaProducaoAmoreiraPreta/manejo.htm>
27. Hirsch GE, Facco EMP, Vizzotto M, Emanuelli T. Caracterização físico-química de variedades de amora-preta da região sul do Brasil. Ciência Rural

- [Internet]. 2012. [cited 2022 Jan 23]; 42(5):942-947. Available From:<https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000021> doi: 10.1590/S0103-84782012005000021.
28. Lopes, RLT. Manual para fabricação de geléias. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas [Internet]. 1985 [cited 2022 Jan 23]; capítulo 3 e 4. p. 17-30. Available from: <http://www.respostatecnica.org.br/>.
29. Hassimotto NMA, Mota RV, Cordenunsi BR, Lajolo FM. et al. Physico-chemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus* sp.) grown in Brazil. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos* [Internet]. 2008 [cited 2022 Jan 23]; 28(3):702-708. Available From:<https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000300029> doi: 10.1590/S0101-20612008000300029.
30. Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
31. Antunes, LEC; Duarte Filho, J; Souza, CM. de Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38: 413-419, 2003.
32. Schiavon AV, Leivas GL, Delazeri EE, Alves AS, Farias PCM, Antunes LEC. Características físico-químicas de amora-preta ‘Tupy’ colhidas em diferentes estádios de maturação e mantidas sob refrigeração. *Scien Elect Archives*. 2021 [cited 2022 Fev 3]; 14(8). Available from: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1430>
33. Monteiro da Cruz MC, Amato MR, Pereira Fagundes MC, Soares Dos Santos A, De Oliveira J, Silva De Souza JR. Qualidade de amora-preta produzida em diferentes épocas em condições de clima temperado úmido. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 2017;12,(2):142-7.
34. Nakamura Y, Watanabe S, Miyake N, Kohno H, Osawa T. Dihydrochalcones: avaliação como novos antioxidantes de eliminação de radicais. *Agric. Food Chem* [Internet]. 2003 Apr 22 [cited 2022 Jan 23]. Agri: [about 4 screens]. Available from: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jf0341060>.
35. Brackmann A, Thewes FR, Anese RO, Gasperin AR, Fronza D. Interaction between maturity stages and temperature on quality of ‘Guarani’ blackberries stored under controlled atmosphere. *Food Production Ciência Rural*. 2017 [cited 2022 Fev 4]; 47(6): 1-7. Available from: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150987> doi: 10.1590/0103-8478cr20150987.
36. Becker EM, Nissen LR, Skibsted LH. Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects. *European Food Research and Technology*. 2004;219:561–71.
37. Bobbio FO, Bobbio PA. *Química do Processamento de Alimentos*. 2. ed. Varela: São Paulo, 1992. 223p.

38. Araujo PF, Rodrigues RS, Machado AR, Santos VS, Silva JA. Influência do congelamento sobre as características físico-químicas e potencial antioxidante de néctar de amora-preta. *B. CEPPA*. 2009;27(2):199-206.
39. Wu X, Prior R. Systematic identification and characterization of anthocyanins by HPLC-ESI-MS/MS in common foods in the United States: fruits and berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005;53,(7):2589-99.
40. Abe LT, Mota RV, Lajolo FM, Genovese MI. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinífera* L. *Food Sci Technol*. 2017 Jun [cited 2002 Fev 6]; 27(2): 394-400. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200032> doi: 10.1590/S0101-20612007000200032
41. Volp ACP, Renhe IRT, Barra K, Stringueta PS. Flavonoides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*. 2008;23(2):141-49.
42. Março PH, Poppi RJ, Scarminio IS. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. *Quím Nova*. 2008 [cited 2022 Fev 6]; 31(5): 1218-23. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000500051> doi: 10.1590/S0100-40422008000500051
43. Pegoraro B. Desenvolvimento de um iogurte com geléia de amora-preta (*Morus nigra* L.) e pólen apícola [undergraduate thesis]. Pato Branco: Bacharelado em Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2011. 54p.
44. Zampieri MAG. Obtenção do Pigmento de Amora Preta (*Rubus* spp.) [undergraduate thesis on the internet]. Assis: Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Fundação Educacional do Município de Assis; 2015 [cited 2022 Jan 28]. 50 p. Available from: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1111360082.pdf>.
45. Vargas EF. Obtenção de corantes naturais a partir do resíduo da indústria de polpa de morango, amora e pêsego [dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2015.
46. Ercisli S, Tosun M, Duralija B, Voca S, Sengul M, Turan M. Phytochemical content of some black (*Morus nigra* L.) and purple (*Morus rubra* L.) Mulberry Genotypes. *Food Technol. Biotechnol*. 2010;48(1):102-6.
47. Nomura T, Hano Y. Isoprenoid-substituted phenolic- compounds of Moraceous Plants. *Nat Prod Rep*. 1994;11:205.
48. Takasug IM. et al. Structure of moracin A and B, new phytoalexins from diseased mulberry. *Tetrahedron Lett*. 1978;19:797-8.

49. Cavalheiro TM, Leães FL. Produção de fermentados alcoólico e acético de Amora Preta (*Morus nigra* L.) visando aproveitamento tecnológico e agroindustrial. In: Anais do IV Colóquio Franco-Brasileiro: Tecnologias Sustentáveis para o Desenvolvimento da Cadeia Produtiva de Alimentos [Internet]; 2020 Dec 1-4; Rio Grande do Sul, RS. 2020 [cited 2022 Feb 1]. Available from:
<http://conferencia.uergs.edu.br/index.php/CFB/IVCFB/paper/view/4003>.
50. Oliveira GS, da Costa J, Afonso MR. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2014;18,(10):1059-64.
51. Oliveira VS, Afonso MRA, Costa JMC. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. *Revista Ciência Agronômica*. 2011;42,(2):342-48.
52. Cardoso APF. Elaboração de frozen adicionado de amora-preta (*Rubus fruticosus* cv. Tupy) [undergraduate thesis]. Francisco Beltrão:Curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2017. 44p.



CIÊNCIA SENSORIAL E ESTUDOS DE CONSUMO

Capítulo 7

doi.org/10.53934/9786599539664-7

PROCESSAMENTO E ANÁLISE SENSORIAL DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO ADICIONADA DO EXTRATO DA PIMENTA ROSA

Edson Douglas Silva Pontes *; **Mayara Gabrielly Germano de Araújo** ;
Mayany Carolyny Germano de Araújo ; **Handerson Lucas Duarte de Sales** ;
Vanessa Bordin Viera ; **Natiéle Piovesan** 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: edsonspontes@gmail.com

Resumo: Os extratos naturais se tornaram uma alternativa promissora para substituir os antioxidantes sintéticos, devido aos seus constituintes fitoquímicos. A pimenta rosa é uma planta alimentícia não convencional rica em compostos fenólicos e seu extrato pode ser útil como antioxidante natural. Nesse contexto, objetivou-se avaliar as características sensoriais de linguças de frango elaboradas com diferentes concentrações de antioxidantes naturais (extrato hidroalcolólico da pimenta rosa). Para isso, foram elaboradas cinco formulações de linguças, LC: Controle (sem adição de antioxidantes), LE: adição de 1% de antioxidante sintético (Eritorbato de sódio); L0,5: 0,5% de antioxidante natural); L1: adicionado de 1% de antioxidante natural; L2: adicionado de 2% de antioxidante natural, que foram mantidas em refrigeração ($4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 7 dias e avaliados quanto suas propriedades sensoriais através de uma escala hedônica estruturadas de 9 pontos, seu índice de aceitabilidade e potencial mercadológico também foram avaliados. A análise sensorial demonstrou que a adição dos extratos da pimenta rosa influenciou em alguns parâmetros sensoriais, demonstrando um alto potencial mercadológico e aceitação entre os consumidores similar ao tratamento adicionado de antioxidante sintético. O índice de aceitabilidade mostrou que todas as amostras avaliadas foram bem aceitas pelos avaliadores, sendo LE e L2 as com maior aceitabilidade quanto a avaliação global. Diante do exposto, infere-se que a adição dos extratos de pimenta rosa possui ação positiva quanto as propriedades sensoriais de linguça de frango, podendo ser utilizada como aditivo natural, sem impactar a aceitação do produto mesmo após um período de refrigeração.

Palavras-chave: aditivos alimentares naturais; plantas alimentícias não convencionais; *Schinus terebinthifolius* Raddi

INTRODUÇÃO

Há um crescente esforço no desenvolvimento de produtos cárneos com apelo funcional, principalmente com ingredientes naturais de origem vegetal que possuam características nutricionais e sensoriais interessantes (1). Com essa demanda, diversas pesquisas têm sido realizadas com foco na avaliação do desempenho de aditivos naturais em linguças (2) (3) (4).

Os produtos cárneos, como a linguiça, são altamente perecíveis, podendo sofrer diversos processos de deterioração durante a cadeia produtiva, sobretudo por microrganismos e oxidação lipídica, interferindo na vida útil do produto (5).

Para prolongar a validade desses produtos a agroindústria de alimentos valia-se dos antioxidantes sintéticos como hidroxianisol butilado (BHA), hidroxitolueno butilado (BHT) e terc-butilhidroquinona (TBHQ) (6). Entretanto, esses aditivos foram associados a diversos problemas de saúde como danos hepáticos decorrentes da sua toxicidade e carcinogenicidade (7)

Diante das limitações apresentadas, a substituição dos antioxidantes sintéticos por naturais vem ganhando espaço, especialmente aqueles obtidos de plantas (7). Nesse contexto, a pimenta rosa se caracteriza como uma excelente e promissora substituta desses aditivos sintéticos.

A pimenteira rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) é uma árvore popularmente conhecida como aroeira vermelha ou aroeira da praia que possui frutos avermelhados (pimenta rosa), é uma árvore perene do Brasil, considerada uma Planta Alimentícia Não Convencional, ou seja, apesar de ser comestível e segura para consumo humano ainda é subutilizada na alimentação, apesar dos seus efeitos terapêuticos (8).

Estudos anteriores com a *S. terebinthifolius* já relataram sua alta atividade antioxidante, e elevado teor de compostos fenólicos em seus frutos (9). Também foi identificado a capacidade antiaderente em biofilmes formados por *Streptococcus mutans* e *Candida albicans* (10), além de atividade anti-inflamatória, cicatrizante e quimiopreventiva podendo ser associado a prevenção e tratamento de doenças (11). Diante dos inúmeros benefícios associados a pimenta rosa, sua utilização em alimentos pode ser considerada uma estratégia interessante para melhorar as características sensoriais, nutricionais e funcionais do produto.

Até o momento, existem poucos dados referentes a utilização do seu extrato em produtos cárneos. Oliveira et al. (9) avaliaram o efeito do extrato aquoso da pimenta rosa em linguiças suínas quanto aos parâmetros de qualidade. Porém, os autores não avaliaram os aspectos sensoriais, sendo necessária essa avaliação para determinar sua viabilidade do seu uso em alimentos (12).

A partir do exposto, objetivou-se avaliar as características sensoriais de linguiças elaboradas com diferentes concentrações de antioxidantes naturais obtidos a partir da pimenta rosa, bem como avaliar seu potencial mercadológico e índice de aceitabilidade do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Elaboração da linguiça de frango

Para elaboração das linguiças, os ingredientes foram adquiridos no comércio local do município de Cuité-PB, ao passo que o extrato hidroalcolico da pimenta rosa foi cedido pelo Laboratório de Tecnologia de Alimentos – LTA da Universidade Federal de Campina Grande *campus* Cuité. Foi utilizada a formulação padrão descrita por Brasil

(13), com algumas modificações e procedimentos descritos por Terra (14) como podem ser visualizados na Tabela 1.

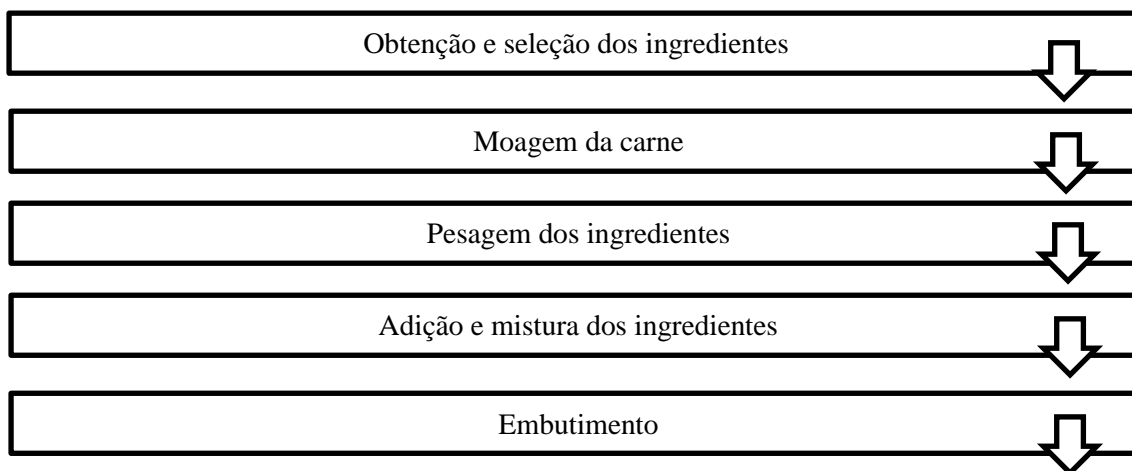
Tabela 1 – Formulações das linguiças de frango tipo frescal

	LC	LE	L0,5	L1	L2
Matéria-Prima	Quantidade (g)	Quantidade (g)	Quantidade (g)	Quantidade (g)	Quantidade (g)
Carne de frango com pele	940	940	940	940	940
Ingredientes	Quantidade	Quantidade	Quantidade	Quantidade	Quantidade
Água	30mL	30mL	30mL	30mL	30mL
Extrato de pimenta rosa	-	-	5mL	10mL	20mL
Eritorbato de sódio	-	2mL	-	-	-
Sal	25g	25g	25g	25g	25g
Sal de cura	0,3g	0,3g	0,3g	0,3g	0,3g

LC: Linguiça padrão; LE: Linguiça com eritorbato; L0,5: Linguiça com 0,5% de extrato de pimenta rosa; L1: Linguiça com 1% de extrato de pimenta rosa; L2 Linguiça com 2% de extrato de pimenta rosa.

Inicialmente a carne e pele de frango foram moídas em moedor (Jamar PJ22, Jamar Ltda, São Paulo, Brasil). Os ingredientes foram pesados em balança semianalítica obedecendo as quantidades dispostas na tabela 1. Na etapa seguinte a matéria-prima foi levada para misturadeira (Jamar MJI 35) para a adição dos ingredientes até a formação da liga. Após a mistura as massas cárneas foram embutidas em tripa suína, que anteriormente já passaram por processo de higienização para remoção do sal e imersão em ácido láctico a 1% por 30 minutos para hidratação. As linguiças foram armazenadas sob refrigeração (4 °C ±1) durante 7 dias para realização da análise sensorial. Foram realizadas análises microbiológicas (dados não mostrados) para assegurar a segurança das linguiças antes da análise sensorial. As etapas do processamento da linguiça de frango com adição do extrato hidroalcolólico de pimenta rosa podem ser observadas na figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do processamento da linguiça de frango



Obtenção do produto

Fonte: Os autores (2022).

Recrutamento dos participantes

Foram recrutados 65 provadores não treinados (36 mulheres e 29 homens, com idade entre 18-40 anos) que estiveram nas proximidades do Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos no dia da análise. Para participar da pesquisa os provadores foram questionados quanto seu estado de saúde, acuidade sensorial e seu consumo de linguíças de frango.

Foram excluídos indivíduos com doenças que influenciam na acuidade sensorial, como gripes e resfriados; participantes que possuíam alergia/intolerância/aversão a algum ingrediente da formulação ou ao próprio produto; pessoas que consumiram café, mascaram chicletes e/ou não tinham se alimentado nas últimas 3h antes da análise. Para minimizar interferências por fatores psicológicos não participaram do estudo pessoas que auxiliaram na análise.

Avaliação sensorial

Foram preparadas quatro amostras de 25 g de linguíça cada, que foram previamente assadas ($200\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$) por 08 minutos em *grill* antiaderente (Britania, Multi Grill), sem adição de gorduras. Além disso, as amostras foram codificadas com três dígitos aleatórios não sequenciais, servida de forma balanceadas aleatoriamente de forma monádica em bandejas descartáveis juntamente com uma bolacha água e sal para limpeza do palato entre as amostras, guardanapo de papel e um copo de água potável.

A sensorial ocorreu em cabines brancas individuais, sob luz artificial branca. As amostras foram servidas em temperatura de $50 \pm 3\text{ °C}$ e os provadores foram orientados a provar da esquerda para a direita e imediatamente fazer sua avaliação na ficha correspondente para evitar comparações entre as amostras.

Para a análise, foi utilizado uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (desgostei muitíssimo a gostei muitíssimo), de acordo com os critérios do Instituto Adolfo Lutz (15) em que foi avaliada a aparência, cor, aroma, sabor, textura e avaliação global das amostras.

Também foi aplicado o teste de intenção de compra, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (15), o qual afirma que por meio das escalas ou de intenção de compra, o indivíduo expressa sua vontade em consumir, adquirir ou comprar, um produto que lhe é oferecido. Foi utilizada escala estruturada de 5 pontos (1 = certamente compraria; 3 = Tenho dúvidas de se compraria e 5 = certamente não compraria) (16).

O índice de aceitabilidade (IA) foi calculado conforme Dutcosky (17) utilizando a fórmula “ $IA (\%) = A \times 100/B$ ” em que “A” representa a nota média obtida para o produto e “B” a nota máxima dada ao produto.

Aspectos éticos

Esse trabalho seguiu rigorosamente a Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466 de 12 de dezembro de 2012, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Alcides Carneiro sob o CAAE: 85888518.0.0000.5182.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey considerando o nível de significância a 5% utilizando o *software* estatístico *SigmaPlot 12.0 (Systat)*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação da aceitação sensorial é de extrema importância no processo de desenvolvimento e melhoramento de produtos. Neste caso, a análise sensorial do presente estudo foi conduzida com o intuito de verificar a aceitação do consumidor frente às características gerais das linguças adicionadas de extrato de pimenta rosa, conforme exposto na tabela 2.

Tabela 2. Aceitação sensorial e intenção de compra realizados com linguças de frango.

Variáveis	LC	LE	L0,5	L1	L2
Aparência	7,48±1,54	8,10±1,10	7,53±1,32	7,57±1,45	7,88±1,14
Cor	7,37±1,56 ^b	8,13±0,98 ^a	7,45±1,24 ^b	7,38±1,44 ^b	7,72±1,08 ^{ab}
Aroma	7,73±1,36	8,08±1,17	7,70±0,93	7,47±1,40	7,72±1,52
Sabor	8,00±1,38 ^{ab}	8,28±0,96 ^a	7,67±1,37 ^{ab}	7,52±1,41 ^b	7,93±1,48 ^{ab}
Textura	8,00±1,01	8,08±1,01	7,67±1,35	7,50±1,42	7,93±1,23
Avaliação global	7,83±1,18 ^{ab}	8,35±0,80 ^a	7,65±1,18 ^b	7,55±1,25 ^b	7,87±1,35 ^{ab}
Intenção de compra	4,28±0,92 ^{ab}	4,62±0,69 ^a	4,08±1,00 ^b	3,95±0,98 ^b	4,37±0,82 ^{ab}

Resultados expressos em média (n=65) ± desvio padrão.

Formulações: LC: linguça de frango sem antioxidante; LE: linguça de frango adicionada de eritorbato de sódio; L0,5: linguça de frango com 0,5% de antioxidante natural; L1: linguça de frango com 1,0% de antioxidante natural; L2: linguça de frango com 2,0% de antioxidante natural.

^{a-b}Média± desvio-padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferiram entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Quanto à aceitação sensorial, todos os escores analisados foram classificados entre gostei moderadamente e gostei muito. Não foram encontradas diferenças (p>0,05) entre os tratamentos para os parâmetros aparência, aroma e textura. Esses resultados estão de acordo com Zago et al. (18) que não encontraram diferenças sensoriais em linguça toscana adicionada de extrato liofilizado de casca de romã e Daufenback (19) que ao investigar o perfil sensorial de linguças adicionadas de extrato de alecrim, não identificaram diferenças nos aspectos supramencionados. Indicando que a adição de extratos vegetais em linguças não influencia nesses parâmetros sensoriais.

Houve distinções entre os quesitos cor e sabor, em que os grupos LE e L2 se destacaram positivamente (p<0,05) em relação aos demais nesses atributos. Inclusive, foi demonstrado o interesse de compra por parte dos provadores.

Uma maior concentração de extrato não influencia a avaliação global ou intenção de compra dos consumidores (p<0,05), indicando a viabilidade da adição de diferentes concentrações do extrato de pimenta rosa em linguças de frango. Resultados similares

foram descritos por Boeira (20) que relatou a viabilidade da utilização do extrato de marcela em linguiças de frango, demonstrando alto potencial mercadológico nas amostras avaliadas.

Assim, nossos achados sugerem que a linguiça é uma matriz adequada para o uso de antioxidantes naturais e que o incremento do extrato de pimenta rosa, na concentração 2,0%, não causa alterações nas propriedades sensoriais do produto, o que é consistente com o relato de Carvalho et al. (21) que descobriram que a adição de extrato natural (*Curcuma longa* L.) não surtiu alterações nas propriedades sensoriais da linguiça de cordeiro, em comparação a linguiças comuns (com antioxidante sintético). Tal ocorrência pode ser derivada da pequena quantidade de extrato utilizada nesse estudo e do processo de cocção, que tende a alterar/degradar compostos do extrato natural.

Tabela 3. Índice de aceitabilidade das linguiças de frango

Variáveis	LC	LE	L0,5	L1	L2
Aparência	83,11	90	81,67	84,11	87,55
Cor	81,89	90,33	82,78	82	85,78
Aroma	85,89	89,78	85,55	83	85,78
Sabor	88,89	92	85,22	83,55	88,11
Textura	88,89	89,78	85,22	83,33	88,11
Avaliação global	87,00	92,78	85	83,89	87,67

Resultados expressos em porcentagem (%)

Formulações: LC: linguiça de frango sem antioxidante; LE: linguiça de frango adicionada de eritorbato de sódio; L0,5: linguiça de frango com 0,5% de antioxidante natural; L1: linguiça de frango com 1,0% de antioxidante natural; L2: linguiça de frango com 2,0% de antioxidante natural.

Todos os tratamentos obtiveram um índice de aceitabilidade maior que 81%. Conforme Dutcosky (17) a repercussão do produto é favorável quando o índice de aceitabilidade for $\geq 70\%$. Indicando que a adição dos extratos não influenciou na aceitabilidade do produto final. Esses achados são similares aos descritos na literatura. Piovesan (22) descreveu que os extratos de mamão papaia (*Carica papaya* L.) e marcela (*Achyrocline satureioides*) não influenciou no índice de aceitabilidade de linguiça de frango.

CONCLUSÕES

A partir do exposto, infere-se que a adição do extrato de pimenta rosa nas concentrações de 0,5%, 1% e 2% não influencia nas características sensoriais da linguiça de frango, possuindo alta aceitação em todos os atributos avaliados. Esses resultados permitem avançar quanto a viabilidade da utilização dos extratos de pimenta rosa em produtos cárneos, sobretudo de linguiças de frango.

REFERÊNCIAS

1. Barone AM, Banovic M, Asioli D, Wallace E, Ruiz-Capillas C, Grasso S. The usual suspect: How to co-create healthier meat products. *Food Research International*. 2021;103: 1-10.
2. Šojić B, Tomović V, Kocić-Tanackov S, Škaljac S, Ikonić P, Džinić N, Živković N, Jokanović M, Tasić T, Kravić S. Effect of nutmeg (*Myristica fragrans*) essential oil on the oxidative and microbial stability of cooked sausage during refrigerated storage. *Food Control*. 2015; 54:282-6.
3. Sirinia N, Lucas-González R, Fernández-López J, Viuda-Martos M, Pérez-Álvarez JA, Frizzo LS, Signorini ML, Zbrun MV, Rosmini MR. Effect of probiotic *Lactiplantibacillus plantarum* and chestnut flour (*Castanea sativa mill*) on microbiological and physicochemical characteristics of dry-cured sausages during storage. *Meat Science*. 2022;184:108691.
4. Dong C, Wang B, Li F, Zhong Q, Xia X, Kong B. Effects of edible chitosan coating on Harbin red sausage storage stability at room temperature. *Meat Science*. 2020;159:107919.
5. Krishnan RK, Babuskin S, Babu PA, Fayidh MA, Sabina K, Archana G, Sivarajan M, Sukumar M. Bio protection and preservation of raw beef meat using pungent aromatic plant substances. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014;94(12):2456-63.
6. Zhang L, Lin YH, Leng XJ, Huang M, Zhou GH. Effect of sage (*Salvia officinalis*) on the oxidative stability of Chinese-style sausage during refrigerated storage. *Meat Science*. 2013;95(2):145-50.
7. Altemimi A, Lakhssassi N, Baharlouei A, Watson D, Lightfoot D. Phytochemicals: Extraction, Isolation, and Identification of Bioactive Compounds from Plant Extracts. *Plants*. 2017;6(4):42.
8. Kinupp VF, Lorenzi H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2014.
9. Oliveira MB, Valentim IB, Rocha TS, Santos JC, Pires KS, Tanabe EL, Borbely KS, Borbely AU, Goulart MO. *Schinus terebenthifolius* Raddi extracts: From sunscreen activity toward protection of the placenta to Zika virus infection, new uses for a well-known medicinal plant. *Industrial Crops and Products*. 2020;152:112503.







10. Barbieri DS, Tonial F, Lopez PV, Sales Maia BH, Santos GD, Ribas MO, Glienke C, Vicente VA. Antiadherent activity of *Schinus terebinthifolius* and *Croton urucurana* extracts on in vitro biofilm formation of *Candida albicans* and *Streptococcus mutans*. *Archives of Oral Biology*. 2014;59(9):887-96.
11. Fedel-Miyasato LE, Kassuya CA, Auharek SA, Formagio AS, Cardoso CA, Mauro MO, Cunha-Laura AL, Monreal AC, Vieira MC, Oliveira RJ. Evaluation of anti-inflammatory, immunomodulatory, chemopreventive and wound healing potentials from *Schinus terebinthifolius* methanolic extract. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2014;24(5):565-75.
12. Teixeira LV. Análise sensorial na indústria de alimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 2009; 64(366):12-21.
13. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº4, de 31 de março de 2000. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF.
14. Terra NN. Apontamentos de tecnologia de carnes. São Leopoldo: Unisinos; 1998.
15. Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos [internet]. São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde; 2008 [acesso em 12 fev 2022]. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf
16. Meilgaard M, Civille GV, Carr T. *Sensory Evaluation Techniques*. New York: CRC Press, 1987.
17. Dutcosky SD. *Análise sensorial de alimentos*. Curitiba: DA Champagnat; 2013.
18. Zago GR, Gottardo FM, Bilibio D, Freitas CP, Bertol CD, Dickel EL, Santos LR. Pomegranate (*Punica granatum* L.) peel lyophilized extract delays lipid oxidation in tuscan sausages. *Ciência Rural*. 2020;50(4).
19. Daufenback DTG. *Elaboração de linguiça de frango caipira frescal com redução de sódio e uso de extrato de alecrim [dissertação]*. Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2020.
20. Boeira CP. *Avaliação do potencial antioxidante e antimicrobiano de extratos de Marcela (*Achyrocline satureioides*) e capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e aplicação em linguiça frescal [dissertação]*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2018.
21. Carvalho FAL, Munekata PES, Oliveira AL, Pateiro M, Domínguez R, Trindade

- MA, et al. Turmeric (*Curcuma longa* L.) extract on oxidative stability, physicochemical and sensory properties of fresh lamb sausage with fat replacement by tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) oil. *Food Res Int.* 2020;136(109487).
22. Piovesan N. Extratos naturais de sementes de mamão papaya (*Carica papaya* L.) e marcela (*Achyrocline satureioides*) e avaliação da capacidade antioxidante e antimicrobiana em linguiça de frango [dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2012.

Capítulo 8

doi.org/10.53934/9786599539664-8

AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE DIFERENTES MARCAS DE PRODUTOS LÁCTEOS

David Santos Rodrigues *; **Ranússia Maria de Melo Lopes** ; **Hyan Matheus Freitas das Neves Silva** ; **Priscila Coeli Araújo Saraiva** ; **Emília Carmem da Silva** ; **Julieny Aline da Silva Nascimento** 

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: david.engalimentos@gmail.com*

Resumo: Tendo em vista a necessidade de adequação dos rótulos às normativas e legislação vigentes, o presente trabalho teve como objetivo avaliar se as informações nutricionais, ingredientes e rotulagem de diferentes marcas de produtos lácteos, comercializados na cidade Solânea-PB, estariam em conformidade com a legislação vigente. Para isso foram realizadas visitas à diferentes estabelecimentos comerciais no município de Solânea no estado da Paraíba, em março de 2021. Avaliou-se no total 5 marcas diferentes (denominadas de A, B, C, D, E) de leite em pó e 4 marcas de Requeijão (A, B, C, D) com auxílio da aplicação de um *Checklist* contendo 33 itens com os critérios C (conforme), NC (não conforme) e NA (não se aplica), elaborado com base em algumas das principais legislações vigentes. Das marcas de requeijão estudadas 25% apresentaram alguma não conformidade. A marca D não apresentou as informações de Lote e data de fabricação estando em desacordo com a legislação. No tocante às marcas de leite estudadas, 40% apresentaram alguma não conformidade em relação aos seus rótulos. Os rótulos estudados estavam, em sua maioria, em conformidade com a legislação, porém, ainda deve-se atentar a alguns dos itens que não estavam de acordo com as normativas. Com isto vale ressaltar que a fiscalização deve ser periódica por parte dos órgãos competentes, e o consumidor também deve ficar atento a todos os principais itens que estão contidos nos rótulos dos alimentos.

Palavras-chave: legislação; leite em pó; requeijão; rotulagem

INTRODUÇÃO

A embalagem representou uma grande importância para o desenvolvimento do comércio e para o crescimento das cidades ao longo da história. Segundo a definição catalogada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a embalagem alimentícia é “o invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento, removível ou não, destinada a cobrir, empacotar, envasar, proteger ou manter, especificamente ou não, matérias-primas, produtos semielaborados ou produtos acabados. Incluído dentro do conceito de embalagem se encontram as embalagens primárias, secundárias e terciárias” (1) (2).

Em geral seu principal objetivo é proteger o produto, com a finalidade de preservar as características do alimento, por meio das propriedades de barreira aos fatores ambientais,

tais como luz, umidade, oxigênio e microrganismos, mantendo o produto sem alterações indesejáveis durante o transporte e armazenamento (3).

A embalagem e o rótulo são vistos pelas empresas como um meio de comunicação entre o produto e o consumidor, além de proteger o produto durante o armazenamento e o transporte. Os rótulos, em especial, adicionam um valor que ajuda as empresas a diferenciarem seus produtos e a aumentarem o valor da marca entre os consumidores finais (4).

Os rótulos de produtos embalados devem seguir critérios determinados por órgãos oficiais de forma clara e precisa. O rótulo tem a função normativa e informacional referente às propriedades nutricionais de um alimento, possibilitando ao consumidor o conhecimento prévio da composição e dos parâmetros indicativos de qualidade e segurança para o seu consumo. Também serve como diretriz orientando o consumidor na escolha segundo sua necessidade nutricional além de servir como intermediário entre os consumidores e as indústrias alimentícias (5).

Os rótulos possuem informações básicas, dentre elas, a lista de ingredientes, quantidade do alimento, data de fabricação, validade, lote, as próprias informações nutricionais, modo de conservação, dados das empresas envolvidas na produção e comercialização, entre outras. Estas informações devem ser apresentadas de forma clara e objetiva (6).

O leite é um dos 6 produtos mais importantes da agropecuária brasileira, ficando à frente de alimentos como o café e o arroz, considerado como uma importante fonte de proteínas, vitaminas e sais minerais de alto valor nutricional). O consumo per capita anual de leite no Brasil, cresceu nas últimas décadas, atingindo em 2018 cerca de 166,4 L/habitante, mas ainda menor quando comparados a países desenvolvidos, que chegam a 300 L/habitante (7) (8).

Dentre os leites consumidos no Brasil, o leite em pó tem tido grande aceitação no mercado, principalmente em virtude de sua longa vida de prateleira. Dessa forma, no processo de escolha do leite em pó, a rotulagem assume fundamental importância, pois representa o primeiro contato entre o consumidor e o produto. A rotulagem nutricional adequada e clara torna-se fundamental para que o consumidor tenha acesso a informações úteis e precisas acerca do leite em pó que está adquirindo. Frequentemente, encontram-se não conformidades em muitos produtos alimentícios, inclusive em nos rótulos de leite em pó (7).

Além do leite diversos produtos oriundos ou derivados de leite são importantes tanto para a alimentação humana quanto para a indústria de alimentos em geral. Dentre os mais variados produtos derivados de leite podemos destacar o requeijão que é obtido por fusão da massa coalhada, cozida ou não, dessorada e lavada, obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite, opcionalmente adicionada de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite e/ou *butter oil*. O mais comum é aquele fabricado por acidificação do leite com ácido láctico a quente, de acordo com a legislação brasileira (9).

Tendo em vista a necessidade de adequação dos rótulos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar se as informações nutricionais, ingredientes e rotulagem de diferentes

marcas de produtos lácteos, comercializados na cidade Solânea-PB, estariam em conformidade com a legislação vigente.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia do trabalho foi conduzida por meio de visitas em diferentes estabelecimentos comerciais da cidade de Solânea-PB sendo eles supermercados e mercadinhos e os rótulos nutricionais dos produtos foram registrados mediante fotografia. Avaliou-se no total 5 marcas diferentes (denominadas de A, B, C, D, E) de leite em pó e 4 marcas de Requeijão (A, B, C, D) com auxílio da aplicação de um *Checklist* contendo 33 itens com os critérios C (conforme), NC (não conforme) e NA (não se aplica), elaborado com base em algumas das principais legislações vigentes no Brasil, sendo elas:

- RDC nº 259/2002: Denominação de vendas, Conteúdo líquido, Lista de ingredientes, Identificação de origem, Lote, Validade, Data de fabricação, Marca comercial do produto, Conservação do produto, Nome ou razão social e endereço do estabelecimento, CNPJ, sem identificação terapêutica ou informação que induzam ao erro, Declaração de aditivos alimentares na lista de ingredientes (10);

- RDC nº 360/2003: Tabela nutricional, Valor energético por porção em Kcal e Kj, Sódio por porção em (mg), Gorduras totais por porção em (g), Gorduras totais por porção em (g), Gorduras trans por porção em (g), Gorduras saturadas por porção em (g), Carboidratos por porção em (g), Proteínas por porção em (g), Fibras alimentares por porção em (g), Medida caseira (11);

- RDC nº 359/2003: Contém indicação da porção em (mL) ou (g) (12);

- RDC nº 26/2015: Declaração de alergênicos (13);

- RDC nº 136/2017: Informa se contém a presença de lactose (14);

- Lei nº 10.674/2003: Expressão “contém glúten” ou “não contém glúten” (15);

- Instrução Normativa nº 22/2005: Registro no Ministério da Agricultura, Carimbo Oficial da Inspeção Federal-SIF, Categoria do estabelecimento de acordo com o registro do mesmo no DIPOA (16).

- Instrução Normativa nº 22/2005: Aconselhe seu consumo como estimulante, para melhorar a saúde, para evitar doenças e como ação curativa, atribua efeitos ou propriedades que não possuam ou não possam ser demonstradas, Destaque a presença ou ausência de componentes que sejam intrínsecos ou próprios de alimentos de igual natureza (16).

Quanto a apuração dos resultados, foi verificado por meio de análise descritiva utilizando os valores das porcentagens das irregularidades para cada marca do produto avaliado e assim tabulados com auxílio do programa Microsoft Excel versão 2019.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados encontrados, após a análise e tabulação dos dados referente às marcas de requeijão estudadas.

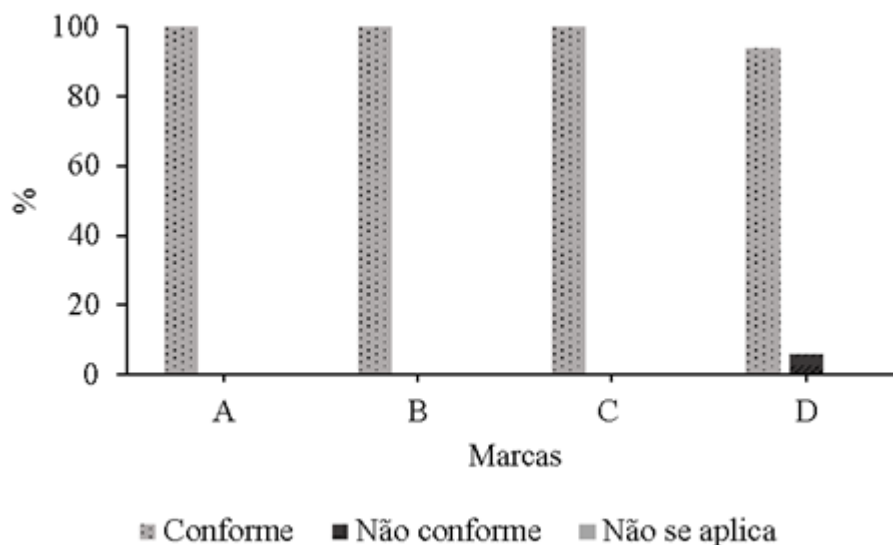


Figura 1 – Resultados da análise das marcas de requeijão
 Fonte: Autores

De acordo com os resultados obtidos das marcas de requeijão estudadas 25% apresentaram alguma não conformidade com a legislação.

A marca D foi a única entre as demais que não apresentou as informações referente ao Lote e a data de fabricação estando em descordo com a RDC nº 259/2002. Tal fato pode provocar transtornos, pois dificulta o rastreamento do produto tornando mais árdua qualquer ação que venha combater algum possível acidente. Em relação a ausência da data de fabricação esta, serve para informar quando o produto foi produzido e orientar o consumidor sobre o tempo de exposição daquele alimento nas prateleiras, afinal é um direito do consumidor e, portanto, é muito importante está atento ao rótulo. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (17) em pesquisa de rotulagem de produtos lácteos no estado de Pernambuco.

Em estudo buscando avaliar a rotulagem de requeijão cremoso na cidade do Rio de Janeiro Lourenço et al. (18) averiguaram que os rótulos de requeijão, de maneira geral, se encontram em conformidade com as legislações vigente tal fato também foi constatado no presente trabalho.

A Figura 2 mostra o resultado em porcentagem da análise dos rótulos das diferentes marcas de leite em pó.

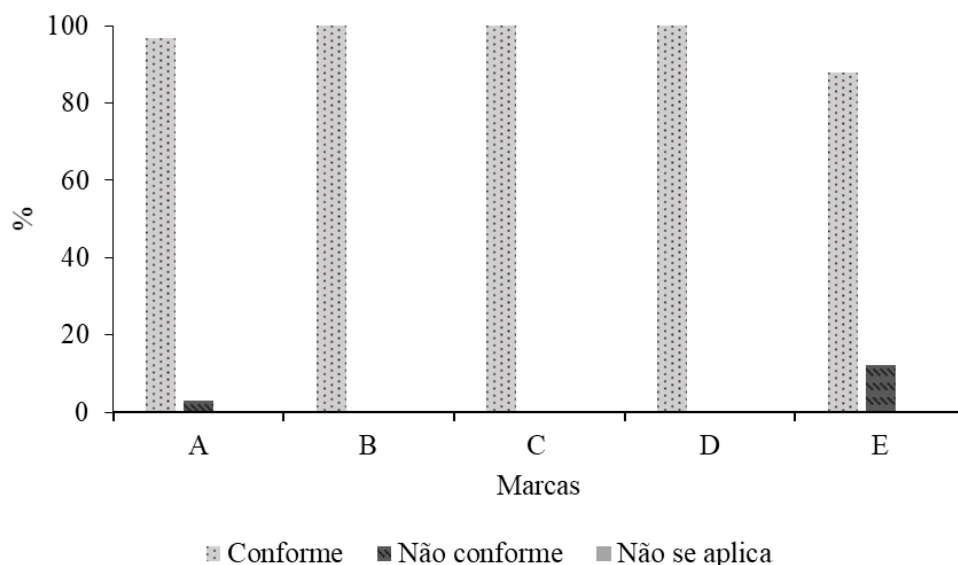


Figura 2-Resultados da avaliação das Marcas de Leite em pó.

Fonte: Autores

Com base nos resultados fornecidos pela Figura 2, 40% das marcas apresentaram alguma não conformidade em relação aos seus rótulos. Dentre estas 20% não apresentaram a certificação do Selo de Inspeção Federal (SIF) estando em desacordo com as diretrizes da Instrução Normativa nº 22/2005, no tentando, este produto apresentava a certificação Estadual o que já mostra que a empresa se preocupa em atender as exigências estabelecidas por lei. Tal fato corrobora os resultados encontrados por Soares et al. (19) em pesquisa de rotulagem de produtos lácteos.

A marca E, apesar de conter a informação de alerta para alérgicos, não informava a presença de lactose e sim de leite, mas na RDC nº 136, de 8 de fevereiro de 2017 deixa claro que deve conter a expressão “contém lactose” imediatamente após ou abaixo da lista de ingredientes com caracteres legíveis.

Em relação aos itens estudados podemos destacar que apenas uma das marcas do leite em pó não apresentou a data de fabricação em seu rótulo estando em desacordo com a RDC nº 259/2002. Tal fato atenta para necessidade de vigilância constante por parte dos órgãos públicos e dos consumidores.

Na Figura 3 estão apresentados os resultados para conformidade, não conformidade e não se aplica de cada item do *checklist* para os alimentos avaliados na cidade de Solânea PB.



Figura 3- Conformidade, não conformidade e não se aplica de cada parâmetro avaliado através do *checklist*.
 Fonte: Autores

Como pode ser observado apenas 6 itens do total apresentam inconformidades. O item que teve maior destaque com percentual de não conformidade superior aos demais foi “Data de fabricação” com 22,23 % e 77,77% conforme.

No item que trata sobre a informação do lote apesar de o percentual de maior relevância ser de conformidade, apresentando valor de 88,88% o critério de não conformidade encontradas equivalem a 11,12%. Na categoria que “Informa se contém a

presença de lactose” foi contabilizado percentual de 11,12% de não conformidade e 88,88% de adequações com a legislação.

E em relação aos demais itens que tratam do “Registro no Ministério da Agricultura” do “Carimbo Oficial da Inspeção Federal-SIF” e da “Categoria do estabelecimento de acordo com o registro do mesmo no DIPOA” que também apresentaram percentual de não conformidades ambos correspondente ao valor de 11,12% que são equivalentes ao produto que continua em seu rótulo apenas a certificação Estadual e com isso os demais itens estavam com 88,88% de conformidade.

Quanto aos itens estudados (Figura 3) 75% das marcas de requeijão e 60% das marcas de leite em pó estavam em conformidade total com todos os itens avaliados. Demonstrando um bom resultado, estando de acordo com quase todas as legislações apresentadas no *checklist*.

Das marcas de leite em pó e requeijão todas as marcas continham a lista de ingredientes, conteúdo líquido, identificação de origem, registro no órgão responsável, e a expressão sobre a presença ou ausência de glúten apresentando 100% de conformidade o mesmo foi verificado por Soares (19) em pesquisa de rotulagem de produtos lácteos.

CONCLUSÕES

A maioria dos rótulos estudados estavam em conformidade com as legislações citadas no presente trabalho, porém, ainda deve-se atentar a alguns dos itens que não estavam de acordo com a legislação sendo estes data de fabricação, lote, presença de lactose e SIF. Com isto, vale ressaltar que deve haver uma fiscalização frequente por parte dos órgãos competentes e o consumidor também deve ficar atento a todos os principais itens que estão contidos nos rótulos dos alimentos.

REFERÊNCIAS

1. Ribeiro A P, Sousa E R D, Atie S, Sousa A C D; Schilithz A O. A influência das quedas na qualidade de vida de idosos. *Ciência e Saúde Coletiva* 2008; 13.4:1265-1273.
2. Mestriner F. *Design de embalagem: curso básico*. revisada São Paulo. 2004.
3. Sarantópoulos, C. I. G. L., et al. Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades. *Campinas: CETEA/ITAL*. 2002; 1: 267.
4. Gonçalves A A, Marcelo G P, Aline B. Percepção do consumidor com relação à embalagem de alimentos: tendências. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*. 2008; 4.3: 271-283.
5. Araújo W D R. Importância, estrutura e legislação da rotulagem geral e nutricional de alimentos industrializados no Brasil. *Revista Acadêmica Conecta FASF*. 2017; 2.1.

6. Feitoza J V F, Oliveira E N A, Feitosa, B F, Oliveira Neto J O, Júnior L A M D, Feitosa R M. Rotulagem nutricional e informações obrigatórias em diferentes marcas de achocolatados em pó. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 2017; 12.3: 547-551.
7. Siqueira K B. O mercado consumidor de leite e derivados. Circular Técnica Embrapa. 2019; 120: 1-17. [acesso em 25 de Mar de 2021]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199791/1/CT-120MercadoConsumidorKenny.pdf>
8. Santos N A R, et al. Rotulagem Nutricional de Diferentes Marcas de Leite Uht Integral Comercializada em Vitória da Conquista-BA/Nutritional Labeling of Different Brands of Integral Uht Milk Commercialized in Vitória da Conquista/BA. ID on line. *Revista de psicologia*. 2020; 14.52: 466-474.
9. Brasil. Ministério da Agricultura. Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de leite e produtos lácteos. Brasília, 1997. 77.
10. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução RDC n° 259, de 20 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. *Diário Oficial União*. 20 de set 2002.
11. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução 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 União*. 23 de dez 2003.
12. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução RDC n° 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico de porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional, conforme o Anexo. *Diário Oficial União*. 23 de dez 2003.
13. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). 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 União*. 02 de jun 2015.
14. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução RDC n° 136, de 08 de fevereiro de 2017. Estabelece os requisitos para declaração obrigatória da presença de lactose nos rótulos dos alimentos. *Diário Oficial União*. 08 de fev 2017.
15. Brasil. Lei n° 10.674, 16 de maio de 2003. Todos os alimentos industrializados deverão conter em seu rótulo e bula, obrigatoriamente, as inscrições "contém Glúten" ou "não contém Glúten", conforme o caso. *Diário Oficial União*. 16 de mai 2003.
16. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 22, de 24 de novembro de 2005. Regulamento Técnico para Rotulagem de Produto

de Origem Animal Embalado. Diário Oficial União. 24 de nov 2005.

17. Santos N J, et al. Avaliação da qualidade e rotulagem de produtos lácteos comercializados na cidade de Venda Nova do Imigrante–ES entre os anos de 2014 e 2015. Revista Ifes Ciência. 2020; 6.2: 242-261.
18. Lima L T, Golinelli L P, Nunes R S C, Santos F K F, Botelho S G, Tancredi, R C P. Avaliação da rotulagem de requeijão cremoso comercializado na cidade do Rio de Janeiro." Nutrição Brasil. 2017; 16.2: 73-79.
19. Soares N R, Tatiana P N. Avaliação da conformidade dos rótulos de produtos lácteos frente a legislação vigente e a percepção do consumidor sobre rotulagem. Research, Society and Development. 2021; 10.3:24110313223-24110313223.

Capítulo 9

doi.org/10.53934/9786599539664-9

PERFIL DO CONSUMIDOR DE CAFÉ NO ALTO JEQUITINHONHA - MG

Fabiana Cazeli Panage Lopes *; Deiviany Santana Santos Lima ; Patrícia Natalina dos Santos ; Gleydson Luiz de Oliveira Neto ; Mirian Andrade Santos Oliveira ; Tatiana Nunes Amaral* 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email:
tatiana.amaral@ict.ufvjm.edu.br

Resumo: O café pertence à família *Rubiaceae* Egênero *Coffea L.* e é considerado uma das bebidas mais consumidas no mundo. O Brasil se destaca pela produção e exportação. O Vale do Jequitinhonha apresenta uma representativa porção dessa produção cafeeira. Assim, o trabalho teve por objetivo avaliar as preferências e o comportamento do consumidor de café diante a diversidade do produto no Alto Jequitinhonha – MG. Inicialmente, um questionário de opinião semiestruturado foi enviado às pessoas que consumiam café, das regiões do Alto Jequitinhonha, através da ferramenta *Google Formulários*®, os envolvidos foram de forma voluntária, totalizando 104 consumidores. A análise de resultados demonstrou que 36,54 % apresentavam faixa etária entre 26 e 35 anos, em sua maioria do sexo feminino (75,96 %), bem como tomavam café todos os dias (86,54 %). Além disso, relataram utilizar coador de pano (62,5 %), e consumiam café tradicional (55,77 %). Por fim, o presente estudo possibilitou traçar o perfil dos consumidores potenciais, bem como suas preferências.

Palavras-chave: Bebidas; consumo de café; tipos de café; Vale do Jequitinhonha

INTRODUÇÃO

O café pertence à família *Rubiaceae* Egênero *Coffea L.*, é considerado uma das bebidas mais consumidas no mundo. O Brasil se destaca pela produção e exportação, havendo no ano de 2020 uma indicação de produção 61,62 milhões de sacas (1). Nesse sentido, ressalta-se ainda que o Brasil apresenta uma ampla expansão territorial, com as mais diversas cultivares cafeeira, permitindo o país produzir variados tipos de grãos, e consequentemente, diferentes qualidades de bebida (2);(3).

O Brasil apresenta um parque cafeeiro de aproximadamente 2,2 milhões de hectares distribuídos nos seguintes Estados: Acre, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais (MG), Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rondônia e São Paulo (4). Os maiores produtores de café são o estado de Minas Gerais e Espírito Santo, abarcando aproximadamente 75 % da produção brasileira, sendo Minas Gerais (MG) destaque por apresentar 54 % da produção nacional de café (4). Dentre as espécies de café o *Coffea arabica* (Café Arábica) e *Coffea canephora* (Café Robusta ou *Conilon*) são os mais importantes comercialmente, e podem ser encontrados a partir de grãos torrados de café arábica ou robusta ou mistura de ambas

as espécies. Entretanto, o café arábica tem maior valor comercial, uma vez que apresenta um sabor mais fino quando comparado com o robusta (3).

O Vale do Jequitinhonha é situado em MG e apresenta uma grande porção dessa produção cafeeira, buscando melhoria na economia e ofertando oportunidade de emprego. De acordo com os dados da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais (FAPEMG) a safra de 2020 fechou com um aumento de 36,3% em relação ao ano de 2019 (5).

O consumo interno de café no Brasil entre novembro de 2019 e outubro de 2020, registrou um aumento de 1,34% em relação aos anos anteriores (2018 e 2019), sendo produzido 21,2 milhões de sacas de café (6). A nível mundial, o brasileiro representa 31% dessa demanda de café, ocupando a segunda posição com um consumo de 5.10 kg de café torrado por habitante/ano (7).

Segundo o Programa de Qualidade do Café, cunhado pela Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC), os cafés torrados e moídos podem ser classificados em quatro classes distintas, a saber, extra forte, tradicional, superior e gourmet (7). Nesse sentido, destaca-se que o tipo de café que predomina na mesa dos brasileiros é o café tradicional, em decorrência do baixo custo e grande oferta, porém essa realidade histórica está mudando, pois o consumidor brasileiro está se adaptando a um novo tipo de café (8); (3). No entanto, estudos realizados desde 1997 indicam que o café é consumido como um estimulante natural, sendo muito apreciado no trabalho, para momentos de convivências sociais, bem como no dia a dia para saciar o prazer e bem estar em decorrência do seu sabor e aroma (7).

Com a inovação e pensando na demanda por consumidores de café com uma melhor qualidade, os produtores estão investindo nos cafés especiais (9). Nesse contexto, ressalta-se que existem diferenças no preparo do café, sendo que a adição de água quente ao café torrado e moído, passando por um processo de infusão, pode ocorrer por filtragem, percolação, prensagem ou pressão, fazendo com que cada método deste produza tipos distintos da bebida (10).

No método por filtragem acondiciona-se o pó em um filtro de papel ou de pano, sendo este método o mais comumente utilizado na cultura brasileira e dando origem ao café tradicional. Já o método por percolação, coloca-se o café no centro do equipamento “moka”, onde sob a chama do fogão, faz a água localizada na parte inferior ebulir e pressionar o café líquido para o recipiente acima, sendo a forma mais utilizada na Europa (10).

A prensagem ou pressão se tornou destaque entre os norte-americanos, onde o método consiste em colocar o pó de café no recipiente de vidro misturado com água e em seguida introduzir o filtro que é pressionado por um êmbolo que logo separa o pó do café pronto para consumo. Criado pelos Franceses, o café expresso é considerado o método de apreciação desta bebida a mais apropriada em diversas culturas, sendo o método por pressão que dá origem a essa modalidade cremosa e aromática, através do café moído na hora e acondicionado em um filtro que sofre uma pressão de água a 90 °C e 9 Kg de pressão durante 30 segundos em média (10).

Portanto, o objetivo do nosso trabalho foi avaliar as preferências e o comportamento do consumidor de café diante a diversidade do produto no Alto Jequitinhonha, situado no Estado de Minas Gerais/ Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado através da aplicação de um questionário de opinião eletrônico envolvendo os municípios de Coluna, Couto de Magalhães de Minas, Diamantina, Felício dos Santos, Gouveia, Itamarandiba, Presidente Kubitschek, Senador Modestino Gonçalves, Serro, Turmalina - MG do Alto Jequitinhonha. Utilizou-se a ferramenta *Google Formulários*® para desenvolver e divulgar o questionário via aplicativos *WhatsApp*® e *Instagram*®. O mesmo foi composto por perguntas fechadas e abertas, não sendo necessária a identificação do participante.

Os envolvidos foram de forma voluntária, totalizando 104 consumidores. A pesquisa teve vigência no período de 27/10/2020 a 18/11/2020. Os quesitos avaliados foram: faixa etária do participante em anos (18–25; 26–35; 36–45; 46–55; 56–65 e 66 ou mais); sexo masculino, feminino e não informado; frequência de consumo (diariamente, 1 a 3 vezes por semana e 4 a 6 vezes por semana); preparo do café (coador de pano, filtro de papel, prensa francesa, cafeteira italiana, café em cápsulas e outros); tipos de café (tradicional, extra forte, *gourmet*, especial, solúvel).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil da faixa etária dos consumidores de café entrevistados foi expresso na Tabela 1. O maior número dos participantes (38 pessoas) apresentou idade entre 26–35 anos com percentual de 36,54 %. Os questionados com idade entre 46–55 anos representou 16,35 %, sendo um público com menor número de participantes com 17 pessoas ao total. Observa-se que o público mais novo foram os maiores apreciadores de café, enquanto as pessoas com idades superiores foram os consumidores de menor consumo da bebida. Este trabalho encontra-se em concordância com os dados da Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) (12) seguindo as análises das tendências de consumo para a bebida café, tendo em vista que a faixa etária destacou-se para os adolescentes e adultos, estando entre 16 a 25 anos de idade. Já em relação ao sexo, observa-se na Figura 1 que a grande maioria dos respondentes eram do sexo feminino, abarcando cerca de 75,96 %. Uma pesquisa elaborada pelo IBGE (13) ressaltou que as mulheres consomem 79,3% a mais da bebida café comparado com as pessoas do sexo masculino.

Tabela 1 – Resultados de consumo de café de acordo com a faixa etária.

Faixa etária	Quantidade	%
18–25	28	26,92
26–35	38	36,54
36–45	21	20,19
46–55	17	16,35

Fonte: Autores (2021)

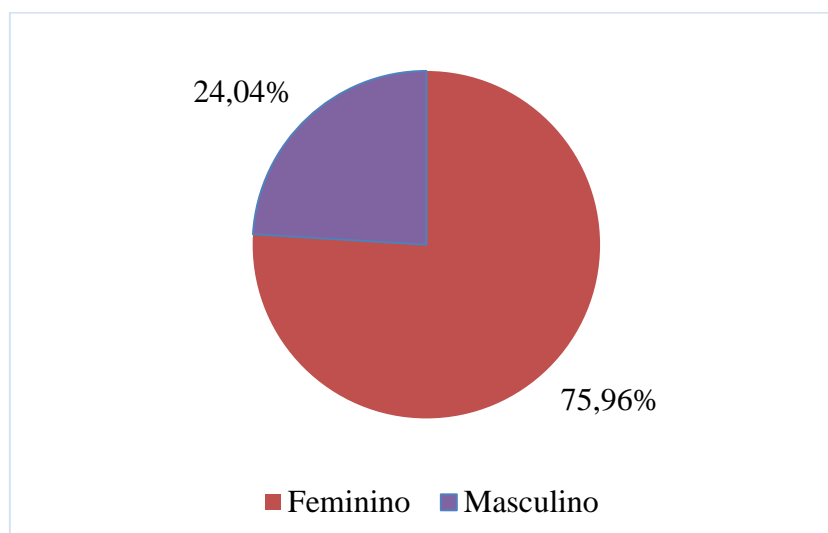


Figura 1 - Sexo dos participantes entrevistados (2021).

A frequência de consumo da bebida é apresentada pela Tabela 2. Observa-se que 90 pessoas tomam café todos os dias, correspondendo a 86,54 %, apenas 05 pessoas consomem o café de 1 a 3 vezes por semana e 09 pessoas de 4 a 6 vezes por semana, sendo 4,81 % e 8,65 % respectivamente. Conforme dados do IBGE (13), em sua pesquisa representando a média no consumo da bebida café, as pessoas bebem de três a quatro xícaras de 50 ml por dia, equivalente em média a 78,5 litros por ano, evidenciando alto consumo do produto diário.

Tabela 2 – Frequência de consumo de café

Frequência de consumo	Quantidade	%
Todos os dias	90	86,54
1 a 3 vezes por semana	5	4,81
4 a 6 vezes por semana	9	8,65

Fonte: Autores (2021)

Conforme os resultados obtidos no questionário e representados na Figura 2, a preferência de consumo de acordo com os tipos de café foi: (55,77 %) correspondente a 90 pessoas consumidoras de café tradicional, seguido de 36 pessoas preferem o extra forte (34,62 %), *gourmet* com 07 pessoas (6,73 %) e o especial apenas 03 pessoas (2,88 %). Segundo dados da Embrapa (11) os tipos de cafés apresentam um consumo de 81 % para os cafés em pó e 19 % para os expressos e em cápsulas, em relação ao consumo nacional, no período pesquisado de novembro de 2017 a outubro de 2018.

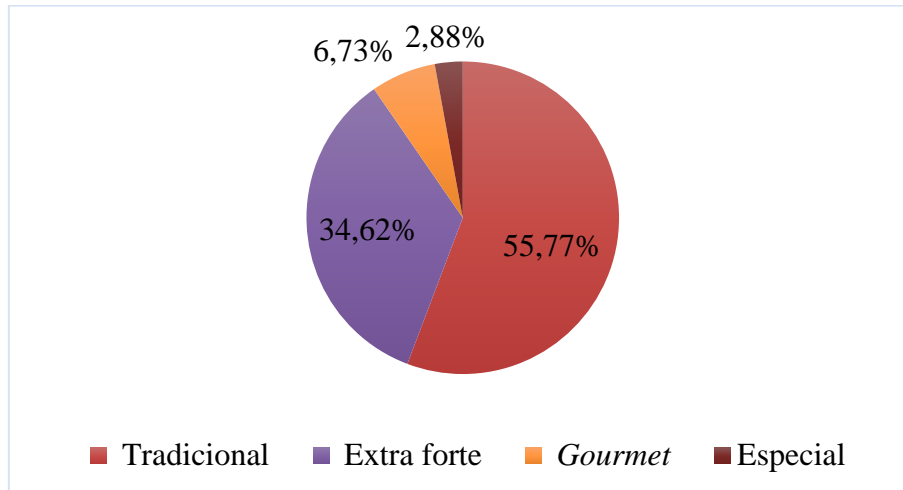


Figura 2 - Tipos de café (2021).

Após coleta dos dados adquiridos através do questionário, pode-se observar que 62,5 % das pessoas relataram utilizar coador de pano, 31,73 % disseram dar preferência para filtro de papel e apenas 5,77 % relatou utilizar outros métodos para preparar o café (Figura 3). Pesquisas associaram o uso do coador de pano para o preparo do café ao baixo custo, sustentabilidade e hábitos culturais (8); (10).

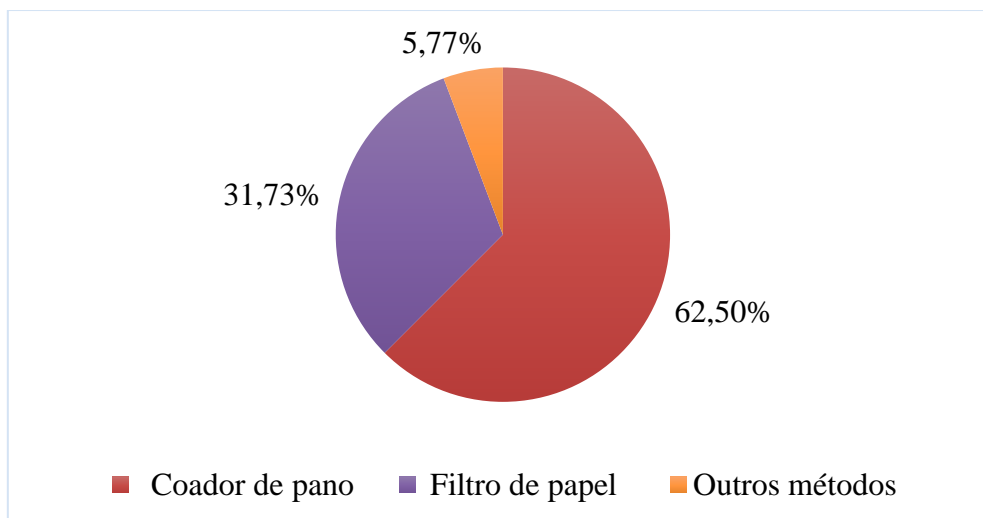


Figura 3 - Preparo de café (2021).

CONCLUSÕES

O estudo constatou que a maior porcentagem dos respondentes consumia café diariamente, apresentavam faixa etária entre 26 e 35 anos e maior parte dos integrantes eram do sexo feminino. Relataram também utilizar coador de pano para o preparo de café, bem como preferiram utilizar o café tradicional para o consumo. Portanto, ressalta-se que o café é a bebida mais consumida globalmente e que o presente estudo, possibilitou traçar o perfil dos consumidores potenciais, bem como suas preferências.

AGRADECIMENTOS

Os presentes autores agradecem à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), ao Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) pelo suporte institucional e ao programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Conab. Companhia Nacional de Abastecimento. Safra 2020. Terceiro Levantamento Setembro 2020. Acompanhamento da safra brasileira. [Internet]. 2020 [cited 2020 Nov 29]; 6(3):54-1. Available from: https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/33315_25cecd701f64485618ddb18944982bd5
2. Peruzzolo MC, Da Cruz BCF, Ronqui L. Polinização e produtividade do café no Brasil. PUBVET – Medicina Veterinária e Zootecnia. 2019; 13(4):1–6.
3. Alcantara GMRN, Dresch D, Melchert WR. Use of non-volatile compounds for the classification of specialty and traditional Brazilian coffees using principal component analysis. Food Chem., 2021; 360:130088.
4. Durán CAA, Tsukui A, Santos FKF, Martinez ST, Bizzo HR, Rezende CM. Café: Aspectos Gerais e seu aproveitamento para além da Bebida. Rev. Virt. de Quím. 2017; 9 (1):134-107.
5. Oliveira MAS, Lopes FCP, Oliveira Neto GL, Amaral TN. A pandemia da Covid - 19 afetou o perfil de consumo de café no município de Diamantina - MG? Rev. Bras. de Agrotecnologia. 2021, 11(2):645-641.
6. Abic. Associação Brasileira da Indústria de Café. Consumo de Café no Brasil aumenta 4,80% e chega a 21 milhões de sacas. [Internet]. 2019 [cited 2020 Jul. 13]; Available from: http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/consumo/Press_release_consumo_final_vs_04_02_19.pdf/
7. Coopercam - Cooperativa dos cafeicultores de campos gerais e campo do meio Ltda. O Brasil se destaca na produção de cafés especiais. [Internet]. 2018 [cited 2022 Fev 23]; Available from: http://coopercam.com.br/noticias/selecionada/producao_cafes_especiais
8. Alves J. Qualidade do café brasileiro. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Patos de Minas: Universidade Federal de Uberlândia, [Internet]. 2019 [cited 2020 Out 25]; 99 p. Available from: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/25554/>
9. Boaventura PSM, Abdalla CC, Araújo CL, Arakelian JS. Cocriação de valor na cadeia do café especial: o movimento da terceira onda do café. Rev. Adm. Empres., São Paulo. 2018; 58 (3):266-254.

10. Abic. Associação Brasileira da Indústria de Café. Hábitos e preferências dos consumidores de café. [Internet]. 2021 [cited 2021 Jun 15]; Available from: <https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/pesquisas-2/habitos-e-preferencias-dos-consumidores-de-cafe/>
11. Embrapa. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Consumo interno dos Cafés do Brasil representa 13% da demanda mundial. [Internet]. 2019 [cited 2022 Jan 6]; Available from: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/41277124/consumo-interno-dos-cafes-do-brasil-representa-13-da-demanda-mundial/>
12. Abic. Associação Brasileira da Indústria de Café. Consumo interno de café mantém crescimento em 2017. [Internet]. 2017 [cited 2020 Jul 30]; Available from: <https://www.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-cafe-2017/>
13. Ibge. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009. [Internet]. 2009 [cited 2020 Jul 27]; Available from: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50063.pdf>

Capítulo 10

doi.org/10.53934/9786599539664-10

CIÊNCIA SENSORIAL E MÍDIAS SOCIAIS: UMA REVISÃO

Cristiane Teles Lima ; Edneia Correia de Souza ; Isabela Cristina Pascoal Reis ; Hugo José Martins Carvalho ; Tatiana Nunes Amaral 

* Autor correspondente (Corresponding author) – Email:
tatiana.amaral@ict.ufvjm.edu.br

Resumo: A análise sensorial é a avaliação dos sinais recebidos através dos sentidos da visão, audição, paladar, olfato e tato. É considerada um processo-chave no desenvolvimento de novos produtos e essencial para entender os consumidores, preenchendo a lacuna entre as características do produto e a percepção e aceitação do consumidor. Com a intensificação do processo de globalização e dos avanços tecnológicos, várias áreas estão em busca de inovação para o novo modelo digital, ou seja, a publicidade contemporânea. Um marco desse avanço foram as chamadas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) estas, oportunizam por meio de equipamentos, mídias, a junção de vários meios e de pessoas numa rede que favorece a comunicação entre seus integrantes, aumentando as ações e possibilidades já garantidas pelos meios tecnológicos. Associada às novas tecnologias, a utilização da internet assegura maior comunicação entre indivíduos de origem diferentes, originando por meio do diálogo e da facilidade deste exercício a troca de conhecimento e enriquecendo o ensino-aprendizagem. Em vista do exposto, o presente trabalho tem o objetivo de apresentar as oportunidades e desafios que as mídias sociais oferecem para a ciência sensorial e do consumidor bem como os principais meios de comunicação a serem aplicados na mesma. A pesquisa foi realizada na plataforma do Instagram e mostrou que a maioria dos influenciadores digitais da plataforma trabalha o tema de análise sensorial através de publicações do *Feed* e o fazem por meio da divulgação de conteúdo relacionado ao ensino e discussão.

Palavras-chave: Influenciadores digitais; Instagram; publicidade; redes sociais

INTRODUÇÃO

Os estudos e avaliações sensoriais dos alimentos podem ser vistos como um processo de coleta de informações utilizados para medir, analisar e interpretar respostas comportamentais a produtos alimentícios com base nos cinco sentidos (visão, audição, paladar, olfato e tato), onde os painelistas são usados como instrumentos na medição da qualidade de determinado produto alimentar (1).

A ciência sensorial é composta por um conjunto de técnicas que são usadas para medir as respostas humanas, minimizando o viés causado por potenciais fontes de confusão e que podem afetar a percepção do consumidor (2). Os resultados obtidos a partir de estudos sensoriais de alimentos fornecem informações importantes sobre a qualidade e características do produto alimentício que podem ser utilizadas em diversos

aspectos, como desenvolvimento de novos produtos, compreensão do consumidor, perfil de sabor e controle de qualidade (3).

Atualmente, a ciência sensorial e do consumidor de alimentos atrai uma atenção significativa na indústria alimentícia, uma vez que os consumidores gostam de saber ou preferem comprar alimentos que possam garantir a aceitabilidade e satisfação geral. O presente aumento se deve aos consumidores, que estão se tornando particularmente mais conscientes sobre a qualidade dos alimentos que consomem, e a qualidade sensorial (relacionada à cor, sabor, aroma e textura dos produtos) se destaca como um fato essencial para a tomada de decisão dos consumidores. Nesse sentido, a análise sensorial exerce um papel indispensável na adaptação da indústria às demandas e satisfação dos consumidores, desenvolvendo metodologias descritivas, discriminativas e afetivas que ajudem a identificar os atributos sensoriais desejáveis e a satisfação do consumidor com o produto desenvolvido; dentre outras possibilidades de aplicação (4).

A nova tecnologia digital (redes sociais) tornou possível essa troca de conteúdo gerado pelos usuários na internet e transformou a *web* em um meio social muito popular. Atualmente as pessoas não são mais apenas consumidores passivos de conteúdo profissional da internet, elas participam ativamente na criação e compartilhamento de seu próprio conteúdo. Essa interatividade cria muitas oportunidades e desafios, também para a ciência sensorial e do consumidor. A mídia social torna a comunicação global e individual mais fácil e barata do que nunca, tornando a voz do consumidor muito mais forte (5), (6).

Diante do exposto, o presente trabalho tem o objetivo de apresentar as oportunidades e desafios que as mídias sociais oferecem para a ciência sensorial e do consumidor, bem como os principais meios de comunicação a serem aplicados na mesma.

A ANÁLISE SENSORIAL E OS NOVOS FORMATOS DIGITAIS

A ciência sensorial é uma disciplina relativamente jovem e existe há cerca de 60 anos, consistindo na identificação, medição científica, análise e interpretação das propriedades de um produto, e materiais (7). A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (8) como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações produzidas pelos consumidores, e como são percebidas através dos cinco sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição. O objetivo principal da utilização da análise sensorial é descobrir, através de testes e percepção sensorial, a preferência ou aceitação dos consumidores frente a determinados produtos (9).

A análise sensorial tem um ramo amplo de aplicação, sendo um exemplo a indústria de alimentos, sendo utilizado em diferentes atividades como desenvolvimento de produtos e controle de qualidade. Uma vez que, as propriedades sensoriais dos alimentos são de extrema importância, pois além dos parâmetros químicos e microbiológicos, essas propriedades determinam a aceitação do consumidor. É por este motivo que os testes sensoriais são essenciais em termos de qualidade (10), além de aplicação nas áreas farmacêuticas, perfumaria, cosméticos, produtos químicos entre outros (11).

Além de ter um grande potencial de aplicação, a análise sensorial ainda pode ser vista como uma ferramenta chave para elaboração de estratégias de marketing, visto que, a partir da aplicação da ciência sensorial no setor de controle de qualidade em uma indústria de alimentos, aquele determinado alimentos será submetido aos testes sensoriais com intuito de obter um padrão de qualidade, e ainda, poderá ser utilizado como uma valiosa ferramenta para o marketing (12). Contudo, com intensificação do processo de globalização, e dos avanços tecnológicos, se faz necessário a adaptação aos novos formatos digitais para melhor divulgação e maior visibilidade para essa ciência que é tão relevante.

A EVOLUÇÃO DA PUBLICIDADE E AS MÍDIAS SOCIAIS

A publicidade tradicional tem como base o caráter financeiro e o principal objetivo é o lucro, ou seja, com a utilização da publicidade e uma linguagem persuasiva tem como intuito a motivação de compra no consumidor. Entretanto, para fazer a roda da economia entrar em movimento é necessário atender ao público-alvo. Todavia, são diferentes estilos culturais e sendo assim é de extrema importância que a publicidade seja direcionada para contemplar as mesmas, em virtude disso, a publicidade está diretamente influenciada pela cultura. Contudo, com o avanço das últimas décadas são notórias mudanças nos estilos culturais, estando bastante relacionado com a evolução da tecnologia. Logo, se fez necessário reestruturar as estratégias e meios utilizados pela publicidade (13).

Desse modo, a mídia tradicional percebe a necessidade por evolução em busca do novo modelo digital, ou seja, a publicidade contemporânea. Um marco desse avanço foram as chamadas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), segundo Ferreira e colaboradores (14) as TICs são uma alternativa para o aumento da divulgação e valorização das atividades, e por conseguinte promover um impacto positivo quando aplicadas. As TICs têm extrema influência no avanço das últimas décadas, e hoje a comunicação digital exerce um papel imprescindível na vida das pessoas, como também é visto como uma ferramenta valiosa na oportunidade de melhores resultados para diferentes áreas da economia. Portanto para imersão ao mundo digital o leque de disponibilidades de tecnologias e aplicativos é amplo, podendo ser citados alguns aplicativos de mídia social como o Instagram, o Youtube, LinkedIn, Facebook, e Twitter. Essas ferramentas foram desenvolvidas com uma proposta principal de uso pessoal e se tornaram fortes aliadas na divulgação de conteúdo que dissemine conhecimento, e por meio destas permite o alcance de vários públicos (15).

Com o avanço das TICs e ainda das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), vem surgindo outros formatos digitais, apropriados a atenderem as novas formas de ação sociocomunicativa que vem ganhando espaço (16). A tecnologia emergente que entra em cena são os Podcasts, estão sendo implementados na educação (17), (18), no processo de ensino-aprendizagem de língua inglesa (19), como estratégias de disseminação de conteúdo/conhecimento, pois estes novos formatos têm muito a agregar nas estratégias de mídia em especial na área de ensino. Nesse cenário, vale ressaltar o conceito elaborado por McLuhan (20): o meio é a mensagem, ou seja, independente do meio adotado ele não irá atuar apenas como vetor de conteúdo, mas tem como finalidade o processo ativo. Assim sendo, “o meio é a mensagem”, significa, portanto, que com o avanço da era eletrônica surgem novos meios, novas plataformas, novos formatos e novos jeitos de comunicar.

Em suma, para aqueles indivíduos que perceberam e se adaptaram ao novo mundo digital, se sobressaem e ganham portas quando promovem conteúdos relevantes e atrativos em suas redes sociais e assim conseguem prospectar outros usuários mantendo seu perfil ativo. Assim, esse indivíduo tem grande potencial como influenciador digital: criadores de conteúdo virtual, que constroem uma reputação virtual, captam a atenção de outros a partir do conteúdo que publicam em suas redes.

INFLUENCIADORES DIGITAIS

Conforme o nome insinua, um influenciador digital é aquele apto a influenciar comportamentos, originar tendências e levar informações para o seu público. Embora, a realidade seja recente o influenciador digital está ligado diretamente à aplicação antepassada: a do marketing de influência – mostrado ao mundo nos anos 1940. O mesmo reconhecia indivíduos que conseguiriam modificar ou motivar o poder de decisão da sociedade e conseqüentemente criar estratégias de marketing em torno delas.

Em tempos de mídias sociais e internet, um influenciador digital tornou-se um profissional com extrema lucratividade para as empresas, podendo motivar na decisão de compra dos consumidores. Não existe uma qualificação para trabalhar neste ramo de influência, encontram-se atores, músicos, celebridades, jornalistas, médicos, acadêmicos ou até mesmo pessoas que conquistaram um número elevado de seguidores em suas redes sociais (Instagram, Facebook, Twitter, Youtube, etc.).

Comparado com os outros veículos tradicionais de comunicação, como a televisão e o rádio, por exemplo, pode-se atingir com apenas um post publicitário milhões de internautas de forma mais barata e eficaz. Porém, para se tornar uma autoridade neste meio é importante ficar atento às tendências, assuntos do momento, manter-se sempre atualizado, buscar inovações, visto que a ausência destes pode refletir em um conteúdo exaustivo e não se aproximar do público. Realizar mais do mesmo não o tornará um dirigente no assunto, mesmo parecendo ser o caminho mais acessível (21).

Existem quase 100 milhões de usuários de redes sociais somente no Brasil, dentre esses, milhares se tonaram *influencers* em todos os tipos de segmento: moda, humor, beleza, gastronomia saúde e até mesmo profissionais com a formação em Engenharia de Alimentos, que por sinal têm aumentado constantemente no decorrer dos anos. Esse aumento de influenciadores digitais na área de alimentos está ligado principalmente a aqueles profissionais que querem se diferenciar, ter uma visibilidade maior em sua área de atuação e em consequência disso, ser referência naquele determinado tipo de nicho (a porção específica de um mercado, geralmente uma parte pequena, com necessidades e hábitos específicos, com consumidores exigentes, normalmente) (22).

Quem conecta a internet, um ambiente marcado pela abundância de informações, está em busca de temáticas que agregam valores. Até mesmo os mecanismos de pesquisas como o Google identificam quem se encontra no topo da lista por ser significativo. Por esta razão, a escolha do segmento é tão importante, pois para que a produção de conteúdo seja realizada e tenha sucesso, o público deve se identificar para então interagir, compartilhar e assim novas pessoas serem alcançadas (23).

Além disso, é relevante ter equipamentos como uma boa câmera, luzes, microfone para que as fotos e vídeos tenham uma alta qualidade, os textos também devem ser bem escritos para que o retorno seja positivo. Portanto, trabalhar com redes sociais e como

influencer vai muito além de conseguir seguidores, é necessário ter engajamento e visibilidade do seu público (24).

ABORDAGEM PARA ANÁLISE SENSORIAL NO INSTAGRAM

Para entender melhor como a análise sensorial é apresentada pelos produtores de conteúdo científico no Instagram, procedeu-se uma pesquisa qualitativa acerca dos tipos de perfis relacionados à ciência de análise sensorial. Para tal, na barra de pesquisa da plataforma foram utilizados termos de busca relacionados ao assunto de forma geral, uma vez que o objetivo era não restringir a um campo específico de aplicação. Foram utilizados os termos “sensorial”, “sensory”, “análise sensorial”, “sensoryal analysis” e “sense”.

Para cada perfil encontrado foram avaliados a quantidade de publicações totais, os tipos de ferramentas utilizadas para a publicação de conteúdo (*Feed, Reels, IGVT, Guias e Destaques*) e a utilização ou não de *hashtags* em suas publicações mais recentes.

Foram encontrados um total de 30 perfis (nacionais e internacionais) na plataforma que trabalham com conteúdo acerca de análise sensorial (Figura 1). Estes puderam ser classificados nas categorias de: perfis especializados em conteúdo de ensino e discussão de análise sensorial (Divulgação); perfis criados para divulgação de eventos sobre análise sensorial (Eventos); perfis que promovem grupos especializados em análise sensorial que estejam ligados a alguma instituição de ensino (Institucional); e perfis criados para a promoção de empresas que trabalham com consultoria acerca de análise sensorial (Organizacional).

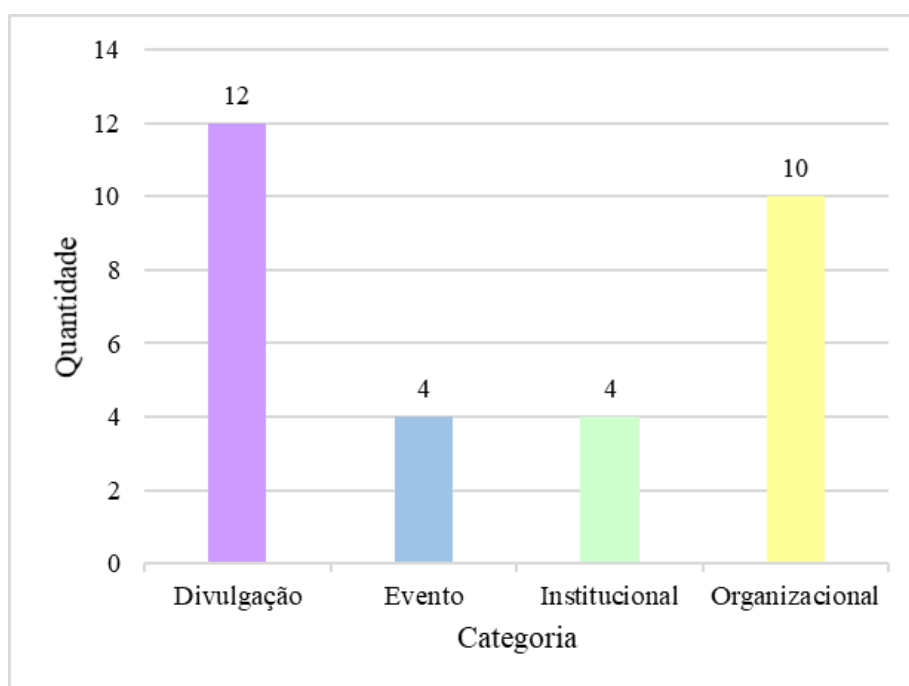


Figura 1 – Categorias de perfis encontrados no Instagram relacionados a Análise Sensorial

A Figura 2 expõe a relação entre a quantidade média de seguidores/publicações e a categoria atribuída a cada perfil.

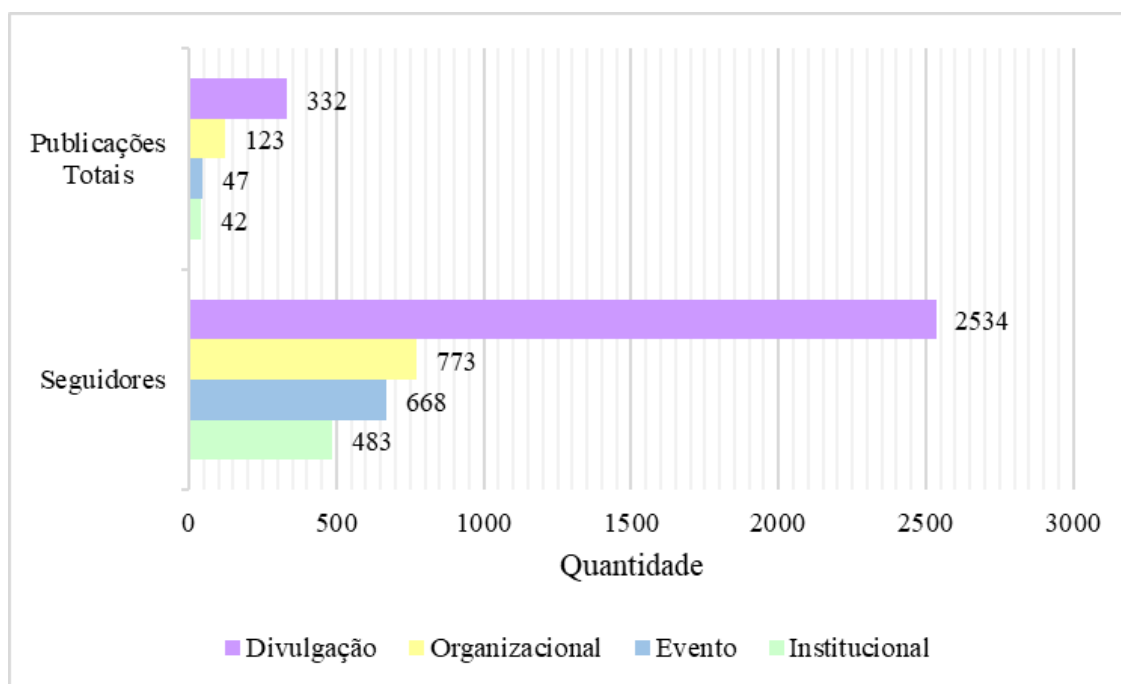


Figura 2 – Média de seguidores e número de publicações

Pelos dados apresentados, fica clara uma relação proporcional entre o número de publicações e a quantidade média de seguidores alcançados por cada categoria. É possível inferir que os perfis de Divulgação possuem um número maior de seguidores, por conseguirem alcançar uma maior quantidade, e frequência, de publicações. Isso pode indicar, também, um maior engajamento nesses perfis, que buscam trazer a temática da análise sensorial de forma menos técnica para os seus seguidores.

Os perfis Organizacionais utilizam o Instagram como ferramenta de marketing para atrair a atenção dos seus seguidores para as possibilidades da análise sensorial e, conseqüentemente, venderem os seus produtos/serviços. Estes seguem a mesma tendência da categoria anterior com menos expressividade na quantidade de seguidores e publicações realizadas (Figura 2), embora estejam tão presentes quanto os perfis de Divulgação na plataforma (Figura 1).

As contas Institucionais e de Eventos apresentam a menor participação na produção de conteúdo sobre análise sensorial no Instagram. Isso pode se dar pelo fato de que estes perfis produzam conhecimento por demanda, ou seja, fazem publicações apenas quando existem eventos para divulgar, palestras e/ou minicursos (categoria de Eventos); ou quando existem estudos/pesquisas, eventos, minicurso e/ou palestras sendo desenvolvidos pelos grupos universitários (categoria Institucionais). São publicações esporádicas ou sazonais.

Outro parâmetro de influência no engajamento é o tipo de ferramenta do Instagram utilizada para apresentação do conteúdo. A Figura 3 explicita esta discriminação.

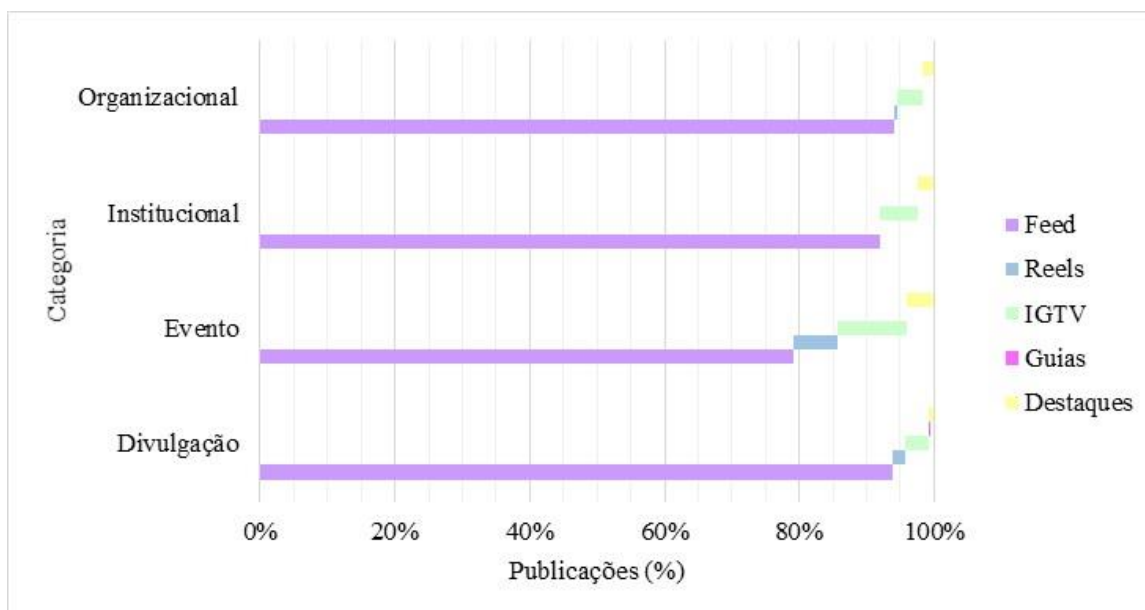


Figura 3 – Ferramentas do Instagram utilizadas para divulgação de conteúdo

Nota-se que as publicações para o *Feed* são uma parte majoritária das publicações feitas pelos produtores de conteúdo de todas as categorias: Organizacional (94,03%), Divulgação (93,95%), Institucional (91,98%) e Eventos (79,08%). As ferramentas de Reels, IGTV, Guias e Destaques foram inseridos posteriormente na plataforma mais recentemente e são menos utilizadas por estes criadores de conteúdo. Especialmente as Guias, que ainda não é uma opção bem difundida na plataforma, sendo utilizada apenas por um dos perfis de Divulgação.

Uma outra ferramenta muito comum para angariar seguidores e curtidas é a utilização de *hashtags*, que ajudam a expandir o alcance das publicações para além os seguidores que o perfil já possui. Todavia, dos perfis analisados, apenas 1 perfil (da categoria de Divulgação) utiliza esse recurso para alcançar mais usuários, seja nas publicações do *Feed*, *Reels* ou IGTV. Todavia, outros perfis que não tratam de análise sensorial como assunto central, ocasionalmente utilizam *hashtags* relacionadas quando tratam do assunto. A Figura 4 traz a relação de *hashtags* encontradas no Instagram que se refiram à análise sensorial e a frequência com que são utilizadas.

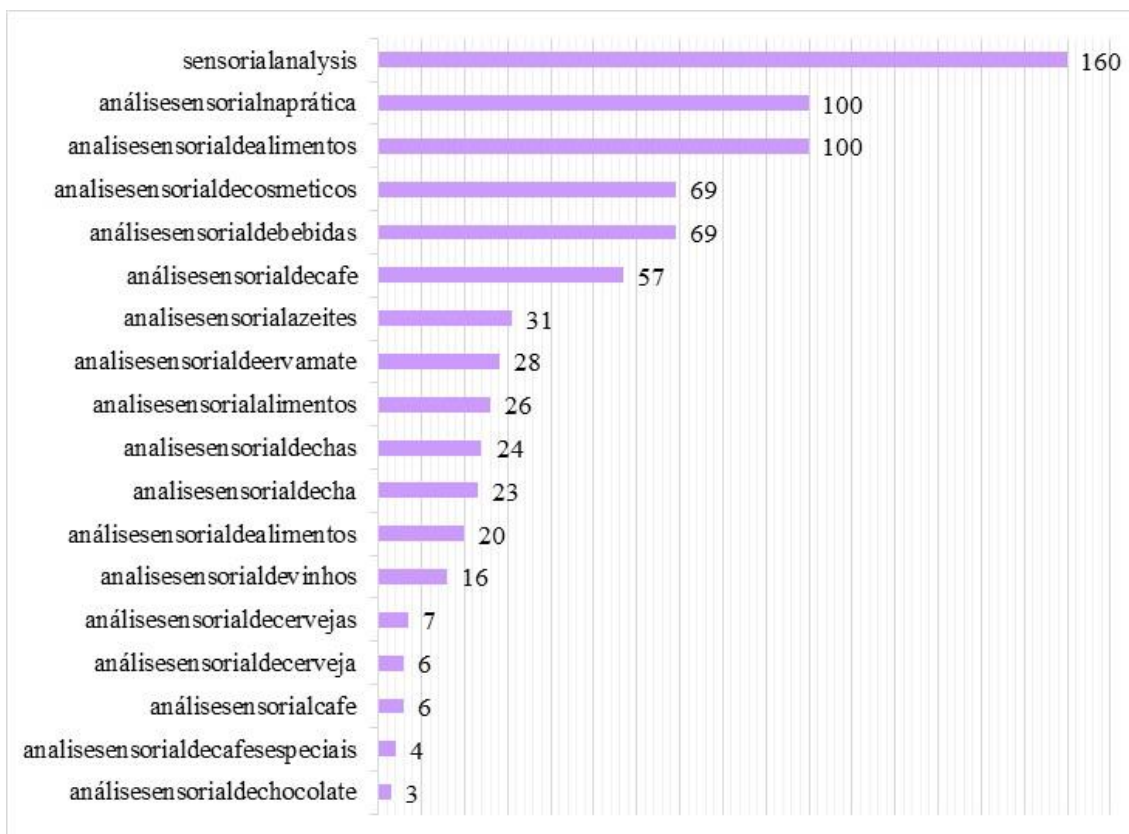


Figura 4 – *Hashtags* relacionadas à análise sensorial

A busca retorna uma tendência de que quanto mais específico for o termo utilizado, menor será o número de publicações com essa hashtag, o que contraria o propósito da ferramenta. Esta proposição confirma-se para “sensorialanalysis” que é um termo generalizado, e para o qual se observa-se uma distância significativa na frequência de utilização entre os demais termos. Quando se busca por termos ainda mais gerais na plataforma (como “sensorial”, “sensory”, “análisesensorial” e/ou “análisesensorial”), o número de publicações apresenta um salto de mais de 5000 vezes entre os termos mais utilizados em cada caso (Figura 5).

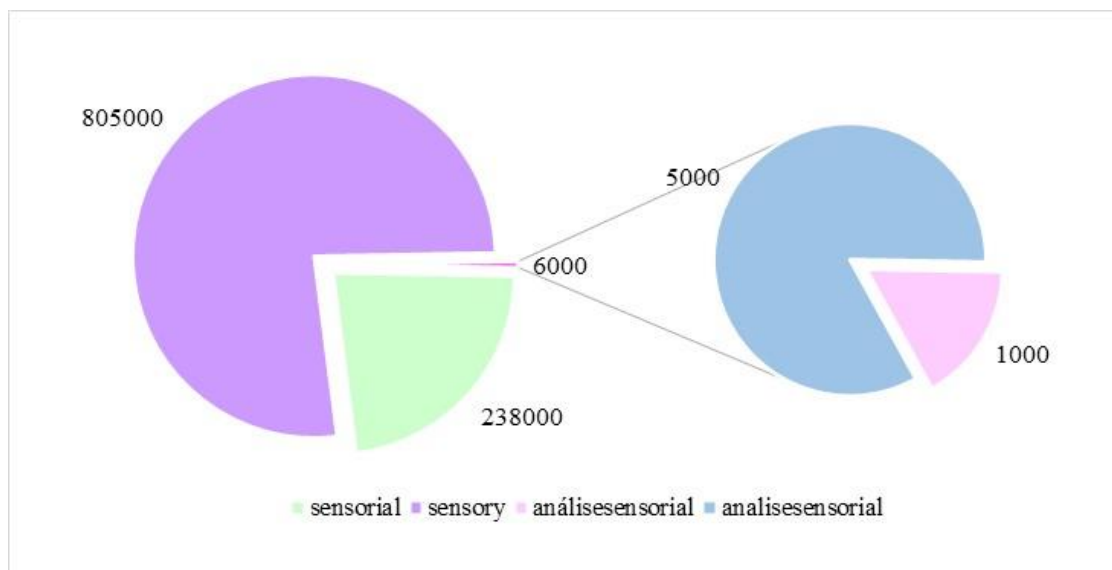


Figura 5 – *Hashtags* não-específicas encontradas no Instagram

Todavia, as publicações tratam majoritariamente de outros campos de conhecimento que não a ciência de análise sensorial como é discutida neste trabalho. Os termos são principalmente utilizados para conteúdos relacionados à área da saúde (atividades sensoriais para crianças, educação especial, psicologia, entre outros).

Dos dados expostos é possível perceber que a divulgação de análise sensorial no Instagram ainda ocorre de forma precária, uma vez que ocorre pela iniciativa uma pequena parcela de criadores de conteúdo. Ainda, poucos dos perfis analisados (principalmente da categoria de Divulgações) utilizavam diferentes ferramentas para engajar e/ou atrair novos seguidores. Além disso, muitos dos perfis não possuíam assiduidade na publicação de novos conteúdos, o que pode diminuir a relevância do perfil e do tema na plataforma.

Dos perfis analisados, dois possuíam podcasts como forma de divulgação de conteúdo complementar aos seus perfis no Instagram. Os podcasts, publicados principalmente no Spotify, trazem informações no formato de entrevista com profissionais de diversas áreas de aplicação da análise sensorial. Nesse formato, o Instagram ganha o papel de mídia divulgadora dos programas, captando usuários interessados nos temas tratados no podcast para ouvi-los.

Um desses é o Sensorial na Vida Real, podcast produzido por discentes do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. O projeto teve início em 2021 e captou 131 ouvintes em diversas plataformas (Spotify, Radio Public, Goole Podcasts, Breaker e Anchor.fm) e de nacionalidades também diversas (Brasil (95%), Peru (2%), Estados Unidos (2%), Argentina (1%), e Bielorrússia (1%)).

Assim como o Instagram, essa é uma forma não convencional de divulgação de conteúdo científico que ainda tem pouca expressividade, especialmente na área de análise sensorial. Todavia, é uma forma eficiente para captação de pessoas interessadas pelo tema e que podem ser fonte de engajamento tanto nas plataformas de podcasts quanto no Instagram, pela utilização simultânea dessas ferramentas pelos produtores de conteúdo.

CONCLUSÕES

Atualmente, a análise sensorial é uma ciência essencial no desenvolvimento e aprimoramento de produtos que correspondam às expectativas dos consumidores. Nesse sentido, as metodologias sensoriais e suas aplicações podem ser amplamente utilizadas como estratégias de marketing digital, especialmente nas redes sociais. Além disso, por não ser um meio de divulgação científica tradicional, ainda se procuram formas de tornar a comunicação entre o conhecimento produzido na academia e o público mais eficiente. No *Instagram* esta tendência é corroborada. Nesta plataforma poucos perfis relacionados à análise sensorial podem ser encontrados, sendo que a maioria não explora as possibilidades de ferramentas que são oferecidas (*Destaques, Reels, IGVT, Guias e hashtags*), focando apenas em publicações no *Feed*. Os perfis mais inovadores no uso de outros formatos são os perfis de divulgação, sendo estes também o que apresentam os maiores números de seguidores. Ainda, a maioria dos perfis analisados não têm assiduidade de publicação, o que leva a uma diminuição do engajamento. Pelo exposto, entende-se que é possível a utilização desta plataforma como meio de divulgação científica e organizacional. Todavia, o sucesso do perfil vai depender do melhor uso das ferramentas que a plataforma oferece, adaptando o conteúdo aos possíveis formatos. Ainda, a frequência com que o produtor de conteúdo faz publicações influencia diretamente na expressividade do engajamento, uma vez que quanto menos publicações o perfil tiver, menor será a sua importância na plataforma, em termos de seguidores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Pró-reitora de Extensão e Cultura (Proex-UFVJM) e ao Programa institucional de bolsas (PIEX-UFVJM) pelo apoio financeiro, além do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e o Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

REFERÊNCIAS

1. Yu P, Low MY, Zhou W. Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 2018;1:202-215.
2. Mukhopadhyay M, Majumdar GC, Goswami TK, Mishra HN. Fuzzy logic (similarity analysis) approach for sensory evaluation of chhana podo. *LWT - Food Science and Technology*, 2013;53:204-210.
3. Yu P, Low MY, Zhou W. Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 2018;71:202-215.
4. Özdoğan G, Lin X, Sun D. Rapid and noninvasive sensory analyses of food products by hyperspectral imaging: Recent application developments. *Trends in Food Science & Technology*, 2021; v. 111, p. 151-165.
5. Gillin P. *The New Influencers: A Marketer's Guide to the New Social Media*.

- Quill Driver Books, Sanger, CA, 2007.
6. Olsen NV, Christensen K. Social media, new digital technologies and their potential application in sensory and consumer research. *Current Opinion in Food Science*, 2015;3:23-26.
 7. Carpenter RP, Lyon DH, Hasdell TA. *Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control*, Aspen, Publishers, Inc, Gaithersburg, Maryland, 2000; p. xix
 8. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. *Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia*. 1993. 8 p
 9. Kuti T, Hegyi A, Kemény, S. Analysis of sensory data of different food products by ANOVA. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 2004; v. 72 (2), p. 253-257. ISSN 0169-7439. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2004.01.020>.
 10. arkar A, Mackie AR. Engineering oral delivery of hydrophobic bioactives in real-world scenarios. *Curr Opin Colloid Interface Sci*. 2020;48:40–52.
 10. Custódio YN, Lara JE, Vasconcelos MCRL, Locatelli RL. Análise sensorial: aplicação a um evento gastronômico. *Podium Sport, Leisure and Tourism Review*. 2015; 4:32-47.
 11. Burton SD, Wipfel M, Guo M, Éiting TP, Wachowiak. Um novo olfatômetro para entrega eficiente e flexível de odores. *Chemical Senses*. 2019;44:173-188.
 12. Silva JMD. O USO DE ESTRATÉGIAS DE MARKETING NA PUBLICIDADE DE ALIMENTOS NA TELEVISÃO E EM MÍDIAS SOCIAIS NO BRASIL [dissertação]. Belo Horizonte Pós-Graduação em Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Minas Gerais; 2020.
 13. Bombonato ES. Os influenciadores digitais como estratégia para produção de conteúdo na era da publicidade multiplataforma [Internet]. UFRGS; 2018. [acesso em 29 Jan 2022]. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/190062>
 14. Ferreira TA, Carvalho EDS, Rocha PMRD, Hofer E. USO E APROPRIAÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICS) COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE EMPREENDIMENTOS FAMILIARES RURAIS NO OESTE DO PARANÁ. *Orbis Latina*. 2019;9:87-101.
 15. Carlotto IN, DINIS MAP. Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na Promoção da Saúde: Considerações Bioéticas. [Information and Communication Technologies (ICTs) in the health promotion: Bioethics considerations]. *Saber & Educar*. 2018;251-10.
 16. Lottermann GF, Beatriz. HDM. O GÊNERO PODCAST APLICADO À EDUCAÇÃO. *Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online*. 2022;10:1-10.
 17. Soares AB, Miranda PV, Smaniotto CB. Potencial pedagógico do podcast no ensino superior. *Redin-Revista Educacional Interdisciplinar*. 2018;7:1-10.
 18. Leite, QDSS. Podcast no processo de ensino e aprendizagem da língua portuguesa: o trabalho com a variação linguística na era digital [dissertação]. Campina Grande – PB:(Programa de Pós-Graduação Profissional em Formação de Professores - PPGPPF) - Universidade Estadual da Paraíba; 2018.
 19. Lenharo RI, Cristovão VLL. Podcast, participação social e desenvolvimento. *Educação em Revista*.2016;32:307-335.
 20. McLUHAN, M. *O meio são as mensagens*. Rio de Janeiro: Record, 1969.

21. Betway. Influenciadores digitais: saiba mais sobre a profissão [Internet]. TECMUNDO 2021. [acesso em 17 Ferv 2022]. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/internet/216523-influenciadores-digitais-saiba-profissao.htm>
22. Resultado Digitais. Redes sociais mais usadas no Brasil [Internet]. RDSTATION SC 2022. [acesso em 17 Fer 2022]. Disponível em: <https://resultadosdigitais.com.br/blog/redes-sociais-mais-usadas-no-brasil/>
23. Âmbito Jurídico. O acesso a informação para a construção do conhecimento e para a participação em sociedade [Internet]. 2009. [acesso em 17 Ferv 2022]. Disponível em: <https://ambitojuridico.com.br/edicoes/revista-164/estacao-digital-o-acesso-a-informacao-e-fundamental-para-a-construcao-do-conhecimento-e-para-a-participacao-em-sociedade/>
24. Influency.me. Criação de conteúdo cenário, macete e equipamentos. [Internet]. 2021 [acesso em 17 Fev 2022]. Disponível em <https://www.influency.me/blog/criacao-de-conteudo-cenario-macetes-e-equipamentos/>

Capítulo 11

doi.org/10.53934/9786599539664-11

AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA NAS FARINHAS E SENSORIAL EM BISCOITOS COOKIE FORTIFICADOS COM FARINHA DE TURU (*TEREDO SP*)

Welliton Oliveira Miranda , Hugo Rangel Fernandes 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email:
mirandawellington9@gmail.com

RESUMO: A maioria dos produtos de panificação pode ser incorporada de diferentes ingredientes, o que contribui para a sua diversificação nutricional. Os biscoitos estão entre os produtos mais populares e são consumidos quase em todos os níveis da sociedade. Isto se deve a fatores como facilidade de consumo, variedades, vida de prateleira relativamente longa e custo acessível. É permitida a fabricação de cookie de farinha enriquecida de proteínas, vitaminas e sais minerais, no entanto a substituição/inclusão de ingredientes provoca mudanças sensoriais nos alimentos, modificando seu sabor, textura, hidratação e aparência. A partir disto, o objetivo deste capítulo foi caracterizar microbiologicamente as farinhas geradas, para elaborar um biscoito tipo cookie enriquecido com farinha de turu (*Teredo sp*) e analisar as características sensoriais do produto. O presente trabalho encontra-se aprovado no comitê de ética do Centro Universitário Mauricio de Nassau através da Plataforma Brasil, número de CAAE 45264521.0.0000.5193. Para as análises microbiológicas (salmonella, Staphylococcus, coliformes (totais e à 45°C) e sensorial (teste de aceitação, intenção de compra e CATA), foram utilizados turus (*teredo sp*), localizados em São Sebastião da Boa Vista, na Ilha do Marajó. Tendo resultados satisfatórios dentro dos padrões microbiológicos, tornando-o assim, seguro para o consumo, e demonstra grande valorização sensorial, exemplificando assim que, o biscoito obteve grande aceitação, além de apresentar elevado potencial para intenção de compra. Portanto, a incorporação de farinha de origem animal em alimentos regularmente consumidos pode ser uma estratégia saudável para melhorar a ingestão de nutrientes e promover exploração em um novo mercado de alimentos.

Palavras chaves: qualidade nutricional; biofortificação; ingestão de nutrientes; potencial alimento

INTRODUÇÃO

Atualmente destacam-se grandes mudanças nos hábitos alimentares, principalmente em virtude de pouco tempo para o preparo de refeições o que leva as pessoas a buscarem alternativas rápidas, práticas e saudáveis. É altamente recomendada a utilização de um alimento que possa ser consumido por qualquer classe social e que em

pequenas porções já forneça níveis suficientes de nutrientes. A busca por alimentos alternativos vem crescendo em especial por grupos como o de atletas, que visam a uma alimentação equilibrada e saudável com maior consumo de proteína de origem animal(1).

Os produtos de panificação estão presentes no cotidiano e seu consumo é expressivo no país, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP). A maioria dos produtos de panificação pode ser incorporada de diferentes ingredientes, o que contribui para a sua diversificação nutricional. Os biscoitos estão entre os produtos mais populares e são consumidos quase em todos os níveis da sociedade. Isto se deve a fatores como: facilidade de consumo, boa qualidade nutricional, disponibilidade em diferentes variedades, vida de prateleira relativamente longa e custo acessível. É permitida a fabricação de cookie de farinha enriquecida de proteínas, vitaminas e sais minerais, no entanto a substituição/inclusão de ingredientes provoca mudanças sensoriais nos alimentos, modificando seu sabor, textura, hidratação e aparência. A incorporação de farinha de origem animal em alimentos regularmente consumidos pode ser uma estratégia saudável e de baixo custo para melhorar a ingestão de nutrientes e promover exploração em um novo mercado de alimentos(2).

Os alimentos biofortificados estão sendo utilizados como estratégias para gerar acréscimo no valor nutricional de alimentos, a partir do melhoramento de diversas matérias primas (como derivados de pescados) e com a finalidade de atenuar os problemas relacionados à deficiência de micronutrientes. Tem por objetivo atingir o maior número de populações, colaborando com os demais sistemas de intervenção nutricionais existentes(3). Desta forma a biofortificação dos alimentos pode ser uma alternativa para complementar os programas de intervenção nutricional existentes, reduzindo os problemas de deficiência(4).

A segurança e qualidade alimentar, não sendo um tema recente, tem sido alvo de uma crescente preocupação por parte dos consumidores. A globalização verificada no comércio de gêneros alimentícios e o aumento da complexidade da cadeia alimentar contribuíram para aumentar essa preocupação relativa à segurança e qualidade. Acresce que o consumidor está cada vez mais munido de informação sobre a temática, tornando-se cada vez mais exigente. Como tal, a confiança dos consumidores na indústria alimentar é um fator fundamental para a sua subsistência e para o seu desenvolvimento(5).

As contaminações microbiológicas podem ocorrer em todas as etapas por que passam os produtos agrícolas, desde a colheita até o processamento, embalagem, transporte, estocagem e por diversos meios, seja o solo, a água, o ar, incluindo os diversos contatos físicos, mecânicos ou manuais. No entanto, o desenvolvimento microbiano depende do tipo de substrato em que se constitui o alimento, ou seja, das condições de desenvolvimento biológico que o produto oferece, notadamente relacionado à disponibilidade de água, necessária aos processos metabólicos(6).

A análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe montada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim. Pode se avaliar a seleção da matéria prima a ser utilizada em um novo produto, o efeito de processamento, a qualidade da textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento, a reação do consumidor, entre outros. Para alcançar o objetivo específico de cada análise, são elaborados métodos de avaliação diferenciados, visando à obtenção de respostas mais adequadas ao perfil pesquisado do produto. Esses métodos apresentam características que se moldam com o objetivo da análise. O resultado, que deve ser expresso de forma específica conforme o teste aplicado é estudado estatisticamente concluindo assim a viabilidade do produto(7).

Sendo assim, o objetivo deste capítulo foi caracterizar microbiologicamente as farinhas geradas, para elaborar um biscoito tipo cookie enriquecido com farinha de turu (*Teredo sp*) e analisar as características sensoriais do biscoito (cookie) enriquecido para verificar o potencial fortificante, através de teste de aceitação, intenção de compra e CATA.

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Análise microbiológica

2.1.1- Salmonella

O procedimento padrão para detecção de *Salmonella* tem por base principalmente a técnica de microbiologia convencional (MC). Onde foi feito um pré- enriquecimento (incubação da amostra por um período mínimo de 18h a 35-37°C), logo após, um enriquecimento seletivo (inoculação em 18-24hrs em temperaturas recomendados entre 33-38°C) e homogeneização da amostra, seguidamente foi feito um plaqueamento em meios de cultura com ágar específico para formação de colônias em temperaturas adequadas, para posterior contagem. Por fim, uma identificação bioquímica e provas de soroaglutinação para confirmação(8).

2.1.2- Staphylococcus

Para a contagem de Staphylococcus foi utilizado o método de contagem em placas, com semeadura em superfície. Placas em duplicata de Ágar Baird-Parker (ABP) foram inoculadas com 0,1mL de cada diluição e espalhado com alça de Drigalsky. Após a secagem completa as placas foram invertidas e incubadas a 35-37°C/48h ao término desse período, as colônias presuntivas típicas e atípicas de estafilococos coagula-se positiva e foram contadas(9).

2.1.3- Coliformes totais e termotolerantes (45°C)

A técnica de tubos múltiplos é a mais tradicional para a análise de coliformes (totais ou termotolerantes). Esta metodologia permite a quantificação por “número mais provável” (NMP) de microorganismos e é dividida em duas fases sucessivas, uma presuntiva e outra confirmativa. Toda metodologia foi feita segundo a *American Public Health Association*(10).

2.2. Elaboração do cookie

As elaborações de todas as farinhas de turu e das formulações dos biscoitos tipo cookie foram desenvolvidas no Laboratório de Técnica e Dietética da Faculdade Uninassau, Unidade Quintino, Belém, com base na composição tradicional da receita, adaptada para substituição parcial da farinha de trigo pela farinha do bivalve.

As farinhas foram elaboradas logo após a cinética de secagem, na temperatura de 80°C, que obteve os melhores resultados nas análises anteriores, se caracterizando como a temperatura adequada para a secagem da matéria prima (turu), onde passaram por processo de trituração (mix) e peneiração, até que, a farinha estivesse em condições adequadas para a fortificação.

Sendo que, a primeira amostra contém uma formulação com 20% da adição da farinha de turu (F1), a segunda amostra contém em sua composição, uma concentração

da farinha de turu de 50% (F2) e por fim, a terceira amostra, que é a composição tradicional da receita (convencional) sem a adição da farinha de turu (F3). As formulações estão apresentadas na Tabela 1

Tabela 1- Formulações utilizadas na elaboração de biscoitos tipo cookie feitos a partir da farinha do turu

Ingredientes	Formulação (F1)	Formulação (F2)	Formulação(F3)
Farinha de turu (g)	200	500	0
Farinha de trigo (g)	800	500	1000
Margarina (g)	500	500	500
Açúcar cristal (g)	420	420	420
Ovo (unidade)	2	2	2
Essência de baunilha (mL)	5	5	5
Fermento em pó (g)	10	10	10

*Formulações para 1kg de farinha

Inicialmente, todos os ingredientes adquiridos do supermercado meio a meio econômico- jurunas foram separados e pesados. Em seguida, misturados em uma tigela à margarina, o açúcar cristal e a essência de baunilha. Aos poucos, acrescentou-se a farinha de trigo e a farinha de turu, misturando com uma colher de pau em velocidade média (constante), até obtenção de consistência cremosa. Por último, foi adicionado o ovo batido, e seguidamente pelo fermento, até a homogeneidade completa dos ingredientes.

A massa foi deixada em descanso, sob refrigeração (10°C), por 45 minutos para formação da sua estrutura. A moldagem dos cookies foi realizada manualmente, dimensionando o tamanho de cada biscoito, com, aproximadamente, 15 gramas. Os cookies foram dispostos em bandeja de alumínio, mantendo uma distância de aproximadamente 5 cm entre eles, e, em seguida, submetidos ao processo de forneamento por 15 minutos ou até adquirir aparência desejada (dourados), em forno pré-aquecido a 200°C. Depois de assados, os biscoitos forma resfriados à temperatura ambiente, acondicionados e armazenados em recipientes de polietileno até a realização das análises sensorial.

2.3. Análise sensorial

A Análise Sensorial foi realizada no Laboratório de Técnica e Dietética da Faculdade Mauricio de Nassau- UNINASSAU Belém. Participaram desta análise 125 provadores, não treinados, considerados consumidores potenciais do produto, caracterizados quanto ao gênero e à idade, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Foram realizados testes afetivos, caracterizado pelo teste de aceitação e intenção de compra. Os testes de aceitação pretendem determinar o grau de aceitação de um produto pelos seus consumidores, sendo para tal usada uma escala hedônica, onde os provadores exprimem o que sentem relativamente ao produto. A escala hedônica de 9 (nove) níveis foi utilizada, variando de “desgosto extremamente” até “gosto extremamente”. Além disso, foi avaliado a intenção de compra do biscoito formulado por meio de escala estruturada de 5 pontos, variando desde 5 que representa “certamente compraria”, e 1, “certamente não compraria”.

O teste Check-All-That-Apply (CATA) foram gerados através da aplicação de uma ficha avaliativa. Foi realizada uma sessão com 10 consumidores, sendo 4 homens (25 a 30 anos) e 6 mulheres (20 a 50 anos) e, foram apresentadas três amostras de biscoito tipo cookie, sendo que, duas amostras contendo farinha de turu, nas concentrações de 20 e 50%, e uma, sem adição da farinha de turu, ou seja, cookie convencional, solicitando que o provador anotasse os sentidos percebidos entre ambas em relação aos atributos aparência, aroma, sabor e textura. Os atributos foram selecionados avaliando-se o consenso na sessão entre o grupo de consumidores selecionado e a frequência com que apareciam e, foram eliminados os termos sinônimos ou pouco citados de forma consensual, totalizando 11 atributos. Os 11 atributos descritos pelos mesmos, foi base para o documento de avaliação do CATA para os demais 125 avaliadores.

Foi disponibilizado, durante todos os testes, água para os participantes realizarem a limpeza da cavidade oral entre a degustação de cada amostra.

2.4. Métodos das análises dos resultados

Os dados sensoriais foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) com duas fontes de variação (amostras e julgadores) e teste de comparação de médias de Tukey(11).

2.5. Aspectos éticos da pesquisa

O presente trabalho encontra-se aprovado no comitê de ética do Centro Universitário Mauricio de Nassau através da Plataforma Brasil, número de CAAE 45264521.0.0000.5193.

RESULTADOS E DISCUSÃO

3.1. Análise microbiológica

Para garantir a qualidade do produto elaborado e proceder à análise sensorial sem gerar qualquer risco aos provadores, foram realizadas as análises microbiológicas tais como análises de *Coliformes totais e à 45°C*, *Staphilococcus e Salmonela spp*, que são específicos quando é relacionado à produção de farinhas obtidas através de derivados do pescado (como é o caso do estudo) para verificar as condições higiênico-sanitárias dos produtos, atendendo a Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001, item 18, alínea “a”(12).

Os resultados das análises microbiológicas das diferentes amostras da farinha de turu encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Valores médios de *Salmonella sp*, Coliformes totais e a 45°C (termotolerantes) e *Staphilococcus sp* da farinha de turu.

Análise	F1	F2	F3
<i>Coliformes a 45°C (NMP g⁻¹)</i>	>3	>3	>3
<i>Coliformes totais (NMP g⁻¹)</i>	1,8x10	1,8x10	1,2x10
<i>Salmonella spp/25g (UFC g⁻¹)</i>	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Staphilococcus sp (UFC g⁻¹)</i>	1,4x10 ²	1,3x10 ²	1,0x10 ²

F1 = Farinha de turu (60°C) / F2 = Farinha de turu (70°C) / F3 = Farinha de turu (80°C)

Utilizando os valores de referência de acordo com a Resolução RDC nº12 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, os resultados obtidos para *Coliformes totais* apresentaram valores entre 1,8x10 para os tratamentos F1, F2 e de 1,2x10 para F3, sendo este último o que apresentou o melhor resultado em comparação com as demais. A Resolução nº 12/2001 estabelece padrões microbiológicos de <5x10 para este grupo, assegurando assim, que as farinhas atendem os parâmetros microbiológicos pré-estabelecidos. Porém, deve-se ter atenção quanto a procedimentos de limpeza para superfícies de contato das amostras, para assim, reduzir riscos de contaminações e principalmente, deve ser considerada a manipulação das farinhas com uso de luvas, toalhas de papel e com ferramentas higienizadas, pois, nos estudos de Oliveira *et al.* (13), que avaliaram as características microbiológicas das farinhas de tainha, o mesmo atribui a contaminação das suas amostras pela falta de higienização das superfícies (balcões) onde eram colocadas as amostras ou por falhas na higienização dos equipamentos.

Com relação aos *Coliformes a 45°C (termotolerantes)*, os valores encontravam dentro dos padrões da legislação, que considera limite máximo de até <10 NMP, tendo apresentado resultados de >3 NMP para as três amostras (F1, F2 e F3). Porém, a confirmação da presença não significa contaminação direta com o material infectante (fecal), mas sim, com uma possível manipulação inadequada, como higiene dos equipamentos utilizados, transporte e acondicionamento inadequado.

Para *Staphilococcus sp*, os valores encontrados nas amostras das farinhas (entre <1,0x10² e <1,4x10²) foi considerado dentro do padrão conforme a Resolução nº 12/2001, que estabelece valores entre 5x10³, como padrão máximo para esta categoria de microorganismos. Sendo que, a amostra F3 obteve a menor concentração (<1,0x10²), o que confirma os estudos de Rusin *et al.* (14) e Souza (15), que avaliaram as características das farinhas de ostras e de atum, respectivamente, onde relataram que a maior temperatura tendem a ter as menores concentrações de *Staphilococcus sp*. em relação as demais, pela maior sensibilidade a altas temperaturas.

Não foi encontrada *Salmonella spp* na farinha, atendendo, portanto, à legislação vigente (Resolução nº 12/2001) que determina ausência em 25g. Importante resultado, visto que, a necessidade da ausência total deste microorganismo em subprodutos de origem animal se justifica principalmente pelo fato de que, mesmo quando presentes em baixos números, este microorganismo é capaz de se multiplicar em ambientes quentes e úmidos(16).

Os resultados das análises microbiológicas da farinha de turu (*teredo sp*) observados na Tabela 2 apresentaram resultados inferiores aos limites estabelecidos pela

Resolução – RDC n°12 (BRASIL, 2001), indicando que, os procedimentos higiênico-sanitários foram corretamente seguidos durante o processamento da farinha.

3.2. Análise sensorial

3.2.1. Teste de aceitação

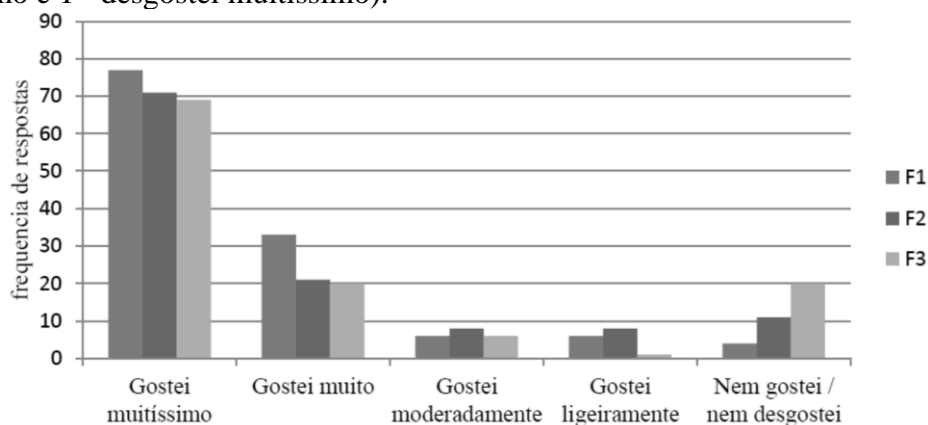
Os resultados com as análises estatísticas estão disposto na Tabela 3 e para melhor comparação e observação de resultados, a Figura 1 demonstra o histograma dos resultados da análise sensorial do biscoito de turu, em diferentes formulações, em relação à frequência dos valores hedônicos (9= gostei muitíssimo e 1= desgostei muitíssimo).

Tabela 3. Notas médias obtidas no teste de aceitação de escala hedônica, para avaliar o atributo sabor das formulações F1, F2 e F3.

	F1	F2	F3
Gostei muitíssimo	77 ^a	71 ^b	69 ^b
Gostei muito	33 ^a	21 ^b	20 ^b
Gostei moderadamente	6 ^a	8 ^a	6 ^a
Gostei ligeiramente	6 ^a	8 ^a	1 ^b
Nem gostei / nem desgostei	4 ^c	11 ^b	20 ^a
Desgostei ligeiramente	0	0	0
Desgostei moderadamente	0	0	0
Desgostei muito	0	0	0
Desgostei muitíssimo	0	0	0

F1 = Cookie com 20% de farinha de turu; F2 = Cookie com 50% de farinha de turu; F3 = Cookie convencional sem farinha de turu.

Figura 1. Histograma dos resultados da análise sensorial do biscoito de turu, em diferentes formulações, em relação à frequência dos valores hedônicos sabor (9= gostei muitíssimo e 1= desgostei muitíssimo).



F1 = Cookie com 20% de farinha de turu; F2 = Cookie com 50% de farinha de turu; F3 = Cookie convencional sem farinha de turu.

Na Tabela 3, observa-se as três amostras foram bem aceitas, já que apresentaram maior frequência de respostas para a opção “gostei muitíssimo”, sendo a amostra F1 a mais aceita pelos provadores, a qual, apresentou diferença significativa entre as demais amostras avaliadas. O mesmo comportamento pode ser percebido na segunda maior percepção que foi relacionada à resposta “gostei muito”.

Estes resultados demonstram que a amostra F1 foi a preferida pelos provadores, indicando que, mesmo em menores concentrações de farinha de turu, a percepção de aceitação é alta, isto pode estar relacionado com a qualidade gustativa dos avaliadores, pois, o cookie com 20% de farinha de turu obteve maior aceitação quanto ao atributo sabor doce (Tabela 5). Rodrigues *et al.* (17), dizem que, biscoitos com características mais doces são mais aceitos, pois, ativam receptores na região bucal, situadas nas papilas gustativas, sendo um estímulo passado como impulsos nervosos ao cérebro que logo, interpreta os sinais, dando-lhes a sensação de prazer.

Em relação à resposta “gostei moderadamente”, as amostras não apresentaram diferença significativa. Já em “gostei ligeiramente” a amostra F3 diferiu significativamente em relação às demais. Os dois atributos (“gostei moderadamente” e “gostei ligeiramente”), tiveram as menores percepções quanto ao perfil de aceitação do produto pelos avaliadores. Isto é válido, pois, as opções designam uma aceitação superficial, quase imperceptível, o que desconsideraria o produto como promissor no mercado(18).

Pode-se observar que, as opções assinaladas como “desgostei” relacionadas aos produtos não foram escolhidas pelos avaliadores, mostrando que os biscoitos não tiveram desaprovção, importante para nortear o estudo, e caracterizá-lo como um ótimo produto de mercado relacionado à aceitação obtida.

O presente estudo foi superior quando comparado com o trabalho de Vieira *et al.* (19), em sua análise sensorial de biscoito biofortificado com farinha de tambaqui, constataram que o atributo “sabor” foi considerado satisfatório, porém, apresentou, mesmo que em percentuais menores, uma percepção nas opções de “desgostei moderadamente” e “desgostei ligeiramente”, nas três amostras com 20% e 50% de farinha (F1 e F2), e F3 convencional. O mesmo relaciona ao tempo de forno, visto que, os biscoitos ficaram mais tostados, sendo uma característica pouco aceita no mercado.

3.2.2. Intenção de compra

A intenção de compra é um fator de grande importância, pois assim é possível ter uma noção de compra do produto no mercado. A partir da Tabela 4, observa-se que a maioria dos provadores escolheram a opção “certamente compraria”, mostrando o potencial mercadológico das amostras, tendo em vista que este é um produto prático, e que a partir da adição da farinha de turu poderá vir a aumentar seu valor nutricional.

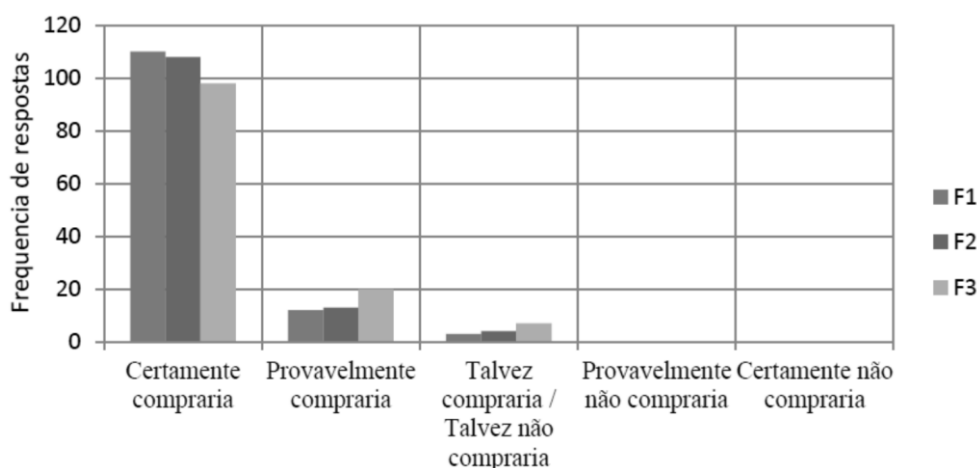
E para melhor observação em relação à comparação de resultados, a figura 2, encontra-se o a representação gráfica dos dados do teste de intenção de compra.

Tabela 4. Notas médias obtidas no teste de intenção de compra das formulações F1, F2 e F3 do biscoito tipo cookie.

Intenção de compra	F 1	F2	F3
Certamente compraria	110 ^a	108 ^a	98 ^b
Provavelmente compraria	12 ^b	13 ^b	20 ^a
Talvez compraria / Talvez não compraria	3 ^b	4 ^b	7 ^a
Provavelmente não compraria	0	0	0
Certamente não compraria	0	0	0

F1 = Cookie com 20% de farinha de turu; F2 = Cookie com 50% de farinha de turu; F3 = Cookie convencional sem farinha de turu.

Figura 2. Representação gráfica dos dados obtidos do teste de intenção de compra, da análise sensorial dos cookies de turu em diferentes formulações.



F1 = Cookie com 20% de farinha de turu; F2 = Cookie com 50% de farinha de turu; F3 = Cookie convencional sem farinha de turu.

Os resultados demonstram que a farinha com concentração de 20% (F1) obteve maior frequência de respostas de intenção de compra. Caracterizando que, mesmo em menores proporções, a farinha se mostrou mais aceita e propícia a aquisição do biscoito.

As amostras dos biscoitos tipo cookie apresentaram diferença significativa entre as amostras com composição de farinha de turu (F1 e F2) em relação ao cookie convencional sem a adição da farinha (F3). Isto é favorável ao estudo, visto que, houve uma maior aceitação do produto com farinha de turu, caracterizando uma superioridade de compra ao tradicional, pois, atualmente, os consumidores não querem ser tradicionais, buscam novidades a cada instante, principalmente na indústria de panificação, ou seja, eles querem coisas novas que atendam às expectativas em termos de novos sabores, aparência e valor nutricional(20).

Ressalta-se que a maioria dos julgadores compraria o produto, principalmente os formulados com farinha de turu (F1 e F2), mostrando que a adição dessas farinhas na

formulação de biscoitos pode ser uma alternativa promissora para o desenvolvimento de novos produtos.

Vale salientar a diferença entre a frequência de respostas sobre as opções de “certamente compraria” e “provavelmente compraria” das três formulações, pois, comprovam a convicção de compra do produto.

Nota-se que, as opções “provavelmente não compraria” e “certamente não compraria” não foram assinaladas, em nenhuma das amostras, importante este resultado, pois, é um parâmetro que indica que o cookie de turu é um potencial produto de mercado, caracterizando-o como um alimento com alto poder de compra.

Resultados equivalentes ao encontrados por Aplevicz(21), em seu estudo sobre a avaliação de biscoito tipo cookie de farinha de atum, obteve maior frequência de resposta na opção “certamente compraria” na concentração de 20% e diz que essa intenção, se deve, à aparência do biscoito, onde o mesmo apresentou melhores características sensoriais e esse é o ponto chave de decisão de compra de qualquer produto.

3.2.3. Teste CATA

Depois de aplicado o questionário de aceitação do tipo CATA, as respostas foram contadas de forma individual para cada amostra e cada atributo, obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 5.

E para melhor observação para comparação, na figura 1, apresenta-se o histograma dos resultados da análise sensorial do biscoito de turu (CATA), em diferentes formulações, em relação à frequência dos atributos percebidos.

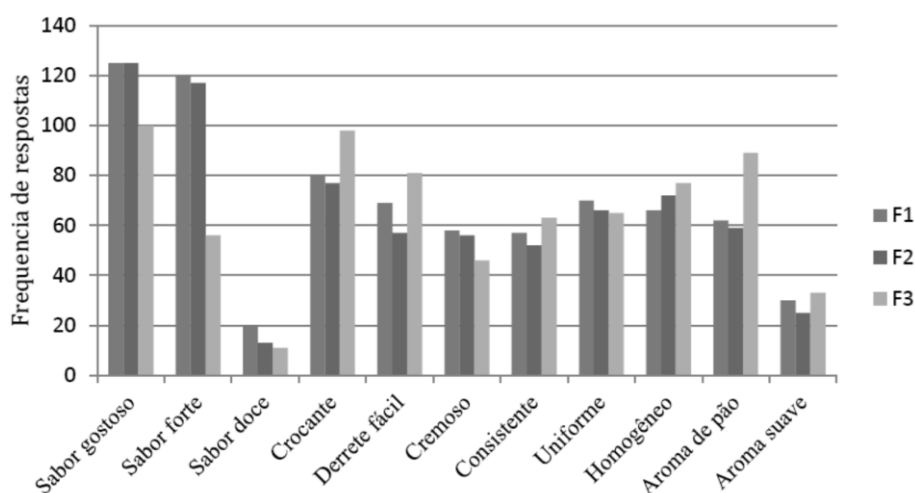
Tabela 5. Notas médias obtidas no teste de aceitação do tipo CATA, para avaliar os atributos das formulações do biscoito tipo cookie F1, F2 e F3.

Atributos	F1	F2	F3
Sabor gostoso	125 ^a	125 ^a	100 ^b
Sabor forte	120 ^a	117 ^a	56 ^b
Sabor doce	20 ^a	13 ^b	11 ^b
Crocante	80 ^a	77 ^a	81 ^a
Derrete fácil	69 ^b	57 ^c	71 ^a
Cremoso	58 ^a	56 ^a	46 ^b
Consistente	57 ^b	52 ^c	53 ^c
Uniforme	70 ^a	66 ^b	65 ^b
Homogêneo	66 ^c	72 ^b	77 ^a

Aroma de pão	62 ^b	59 ^b	89 ^a
Aroma suave	30 ^a	25 ^a	28 ^a

F1 = Cookie com 20% de farinha de turu; F2 = Cookie com 50% de farinha de turu; F3 = Cookie convencional sem farinha de turu.

Figura 3. Histograma dos resultados da análise sensorial do biscoito de turu (CATA), em diferentes formulações, em relação à frequência dos atributos percebidos.



F1 = Cookie com 20% de farinha de turu; F2 = Cookie com 50% de farinha de turu; F3 = Cookie convencional sem farinha de turu.

Foi possível observar que, os atributos se concentram em 3(três) classes (sabor, textura e aroma), e conseqüentemente, as características mais percebidas pelos avaliadores foram “sabor gostoso”, “crocante” e “aroma de pão”, respectivamente para cada classe. Porém, aliadas a elas, outros se destacam, como “sabor forte”, “derrete fácil” e “uniforme”.

Nota-se que, quanto ao atributo sabor, das três características citadas (Tabela 5), em duas delas, em relação à opção de “sabor gostoso” e “sabor forte” não obteve diferença significativa entre as amostras com adição da farinha de turu (F1 e F2), porém, quando comparadas com a amostra sem a farinha de turu, ou seja, formulação tradicional (F3), apresenta diferença significativa. Apenas a opção assinalada de “sabor doce” as três amostras obtiveram diferença significativas entre elas.

Os resultados diferem, pela adição da farinha de turu, visto que, ao acrescenta-la o sabor ficou muito mais forte que o tradicional, e conseqüentemente, segundo os avaliadores, mais gostoso. Wang *et al.* (22), em seu estudo sobre a análise sensorial de biscoito com farinha de tainha, obteve resultados inferiores a este trabalho, visto que, os biscoitos com a adição da farinha de tainha se mantiveram semelhantes ao convencional (sem farinha de tainha), dentre os atributos empregados ao sabor e aparência, uma hipótese para estes resultados, seria que, a coloração escura do biscoito, tenha influenciado a aceitação do produto, sendo preferidas amostras mais claras.

Em relação à textura, apenas a opção “crocante” não obteve diferença significativa entre as amostras de biscoito tanto com a farinha de turu, quanto à tradicional.

A opção assinalada como “crocante” foi o que mais se destacou pelos provadores pelo atributo textura. O que Segundo Brown(23) está de acordo com os descritos na literatura, onde que, os biscoitos tipo cookie possuem a característica de serem crocantes.

Segundo Sanchez *et al.* (24) naturalmente, biscoitos com a característica crocante, tendem a derreter mais fácil quando consumidos. O que é confirmado pelo presente trabalho, visto que, dentre o atributo textura, foi o segundo mais percebido pelos avaliadores, a característica de “derrete fácil”, sendo atribuído pela ação da amilase salivar na região bucal(25).

Em relação a este atributo (“derrete fácil”), todas as amostras obtiveram diferença significativa, sendo que, a maior percepção, foi adquirida na formulação F3, que é a composição convencional sem a farinha de turu. Isso pode ter relação com o tempo de exposição do biscoito (F1 e F2) ao ar, pois, segundo Benassi *et al.* (26), em seu estudo sobre a biofortificação de farinhas de pescados, encontrou o mesmo resultado, onde relatou que, os biscoitos biofortificados com as farinhas obtidas de derivados de pescados quando expostos por muito tempo ao ar, tendem a absorver umidade, se tornando mais úmidos, perdendo algumas características, como a de derreter com facilidade ao ser consumido.

As percepções dos atributos de textura, como “consistente”, “uniforme” e “homogêneo” do biscoito de turu podem ser conferidos a um dos ingredientes indispensáveis, o ovo, pois, segundo Vilela *et al.* (27) em seu estudo sobre elaboração e análise sensorial de biscoito derivados da farinha de tilápia, o ovo é uma gordura emulsificadora, sendo utilizada na panificação pelo efeito da coloração, sabor e principalmente textura, visto que, ela está ligada a formação estrutural da massa, que agregam consistência, uniformidade, maciez e homogeneidade ao biscoito.

O atributo aroma se concentrou em duas características (“aroma de pão e “aroma suave”) sendo que, o mais perceptível foi em relação ao “aroma de pão”, o qual, observou-se que a amostra F3 diferiu significativamente das amostras F1 e F2, isto é explicado pela maior presença da farinha de trigo, pois, a amostra F3 que se caracteriza por não ter em sua composição a farinha de turu, tende a ser mais perceptível ao aroma de pão, visto que, a ação do calor faz com que as substâncias aromáticas (como os terpenóides) evaporam, exalando o aroma, ficando cada vez mais forte na maior presença da farinha de trigo(28).

CONCLUSÃO

O processamento para a obtenção da farinha de turu se mostrou-se eficiente quanto à segurança microbiológica.

A ausência de microrganismos como *Salmonella sp* e dentro dos padrões como coliformes totais e à 45°C e *Staphylococcus spp*, confirmam, a eficiência dos processos realizados para o desenvolvimento da farinha de turu, tornando o produto satisfatório para o consumo humano atendendo a Legislação Brasileira (BRASIL, 2001).

Os biscoitos com adição da farinha de turu se mostraram superiores quando comparadas ao convencional, se tornando eficaz dentre os atributos observados, principalmente relacionados ao sabor “gostoso” e “forte” e com textura “crocante”, comuns em produtos de panificação, principalmente relacionado à cookies, onde obtiveram uma ótima aceitação pelos provadores através da escala hedônica,

caracterizando-o como “gostei muitíssimo”, além de apresentar dados positivos para a intenção de compra do produto, de “certamente compraria”, se tornando um potencial alimento no mercado.

A produção deste biscoito pode introduzir o molusco na alimentação do consumidor de forma alternativa ao *in natura*, atingindo assim, vários públicos que podendo ir desde crianças até os idosos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SILVA, F. D.; PANTE, C. F.; PRUDÊNCIO, S. H.; RIBEIRO, A. B. Elaboração de uma barra de cereal de quinoa e suas propriedades sensoriais e nutricionais. 4. ed. **Alimentos e Nutrientes**; 2011.
2. CARVALHO, T. S. Desenvolvimento e Análise sensorial de pão com adição de farinha de amaranto [dissertação]. Cuiabá. **Universidade Federal de Mato Grosso**; 2017.
3. RIOS, S. de A.; ALVES, K. R.; COSTA, N. M. B.; MARTINO, H. S. D. Biofortificação: culturas enriquecidas com micronutrientes pelo melhoramento genético. 6. ed. **Revista Ceres**; 2009.
4. LOUREIRO, M. P.; CUNHA, L. R. da; NASTÁRO, B. T.; PEREIRA, K. Y. dos S.; NAPOMOCENO, M. de L. Biofortificação de alimentos: problema ou solução?. 2. ed. **Segurança Alimentar e Nutricional**; 2018.
5. WHO. “Food and health in Europe: a new basis for action” **WHO regional publications European series**. 2004.
6. BRASIL. Resolução – RDC n. 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 de janeiro de 2001.
7. MAIFRENI, M.; MARINO, M.; PITTIA, P. e RONDININI, G. Textural and sensorial characterization of Montasio cheese produced using proteolytic startes. 5. ed. **Milchwissenschaft**; 2019.
8. MARCINKOWSKI, E. A. Estudo de cinética de secagem, curvas de sorção e predição de propriedades termodinâmicas da proteína texturizada de soja [dissertação]. Porto Alegre. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**; 2016.








9. SILVA, M. C. F. Estudo do perfil proteico e qualidade de panificação em farinhas de trigo. 3. ed. **Instituto Mauá de Tecnologia**; 2010.
10. American Public Health Association – **APHA**, 21th ed., Washington – USA, 2005.
11. DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. 4. ed. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**; 1991.
12. BRASIL. Resolução – RDC n. 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 de janeiro de 2001.
13. OLIVEIRA, A. C. G.; SEIXAS, A. S. S.; SOUSA, C. P.; SOUZA, C. W. O. Microbiological evaluation of sugarcane juice sold at street stands and juice handling conditions in Sao Carlos, Sao Paulo, Brazil. 12. ed. **Cad. Saúde Pública**; 2010.
14. RUSIN, P. A.; ROSE, J. B.; HAAS, C. N.; GERBA, C. P. Risk assessment of opportunistic bacterial pathogens in drinking water. 5. ed.. **Rev. Environm. Cont. Toxicol**; 2007.
15. SOUSA, C. P. The strategies of Staphylococcus spp pathotypes and health surveillance. 4. ed. **Health Surveill**; 2005.
16. WALES, A.D. Chemical treatment of animal feed and water for the control of Salmonella. 7. ed. **Foodborne Pathogens and Diseases**; 2010.
17. RODRIGUES JPM, Caliarí M, Asquieri, ER. Caracterização e análise sensorial de biscoitos derivados da farinha de peixes elaborados com diferentes níveis. Mato Grosso. 4. ed. **Ciência Rural**; 2011.
18. RAMOS, N. C.; PIEMOLINI-BARRETO, L. T.; SANDRI, I. G. Elaboração de pré-mistura para bolo sem Glúten. 10. ed. **Alimentos e Nutrição**; 2012.
19. VIEIRA, J. C.; MONTENEGRO, F. M.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Qualidade física e sensorial de biscoitos doces com farinha de tabaqui, 12. ed. **Ciência Rural**; 2018.

20. EVANGELISTA-BARRETO, N.S.; ROCHA, J.B.S.; LEDO, C.A.S. Elaboração de biscoitos e sopa usando farinha de peixe. 8. ed. **Arquivo e Ciência do Mar**; 2015.
21. APLEVICZ, K. S. Caracterização de Produtos Panificados á Base de Féculas De Mandioca Nativas e Modificadas [Dissertação]. Ponta Grossa. **Universidade Estadual de Ponta Grossa**; 2006.
22. WANG, S. H.; CABRAL, L. C.; FERNANDES, S. M. Características tecnológicas e sensoriais de biscoitos com alto teor de farinha de tainha. 9. ed. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**; 2007.
23. BROWN, Amy. Understanding food. Principles & Preparation. In: Cakes and cookies. 3 ed. **International Student**; 2008.
24. SANCHEZ, C.; KLOPFENSTEIN, C. F.; WALKER, C. E. Use of carbohydrate-based fat substitutes and emulsifying agents in reduced-fat shortbread cookies. 5. ed. **Cereal Chemistry**; 1995.
25. MARIANI, Marieli Almeida. Análise físico-química e sensorial de biscoitos elaborados com farinha de arroz, farelo de arroz e farinha de soja com alternativas para pacientes celíacos [mestrado]. Porto Alegre. **Universidade Federal de Rio Grande do Sul**; 2010.
26. BENASSI, V. T.; WATANABE, E.; LOBO, A. R. Produtos de panificação com conteúdo calórico reduzido. 14. ed. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**. 2010.
27. VILELA, E.R.; FERREIRA, M.E. Tecnologia de produção e utilização de farinha de pescado para análise sensorial. Belo Horizonte. 13. ed. **Informe Agropecuário**; 2007
28. CANTUÁRIA, C. M. Perfil sensorial de pães de forma enriquecidos com okara. 10. ed. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**; 2008.

Capítulo 12

doi.org/10.53934/9786599539664-12

PERFIL DE CONSUMIDORES DE CARNE E PRODUTOS CÁRNEOS CAPRINOS E OVINOS DA REGIÃO OESTE POTIGUAR

Léia Ventura de Oliveira¹ ; Leyca Mirley Santos Silva¹ ; Elisabete Piancó de Sousa¹ ; Emanuel Neto Alves de Oliveira¹ ; Thamirys Lorraine Santos Lima^{1*} ; Danielle Martins Lemos² ; Luciene Mesquita Chavier de Carvalho¹ 

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), *Campus Pau dos Ferros*;

²Instituto Federal de Alagoas (IFAL), *Campus Batalha*.

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: thamirysl2012@hotmail.com

Resumo: O mercado de carnes e produtos derivados de caprinos e ovinos é bastante promissor. Para inserção de novos produtos cárneos, são necessários estudos voltados para melhor compreender o perfil dos consumidores. Assim, neste contexto, objetivou-se com este estudo, avaliar o perfil de consumidores de carne e produtos cárneos caprinos e ovinos da região Oeste Potiguar. Para a coleta de dados fez-se a aplicação de um questionário (Google Formulários) com questões que possibilitaram a realização de um estudo quali-quantitativo, com a participação de 244 entrevistados. Os resultados indicaram que houve um representativo número de mulheres (59,8%) respondentes; um consumo considerável de carne caprina/ovina (50,4%); falta de conhecimentos sobre os benefícios destas carnes (77%); aceitabilidade de produtos cárneos oriundos de caprinos e ovinos (44%) e intenção de compra para tais produtos, os quais os maiores percentuais foram observados para a linguiça e hambúrguer respectivamente. Portanto, o estudo em questão possui relevância para o setor acadêmico e industrial, além de contribuir para melhorias e expansão de produtos cárneos derivados de carne caprina e ovina na região Oeste Potiguar.

Palavras-chave: aceitabilidade; caprinocultura; estudos com consumidores; ovinocultura

INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1), a agropecuária em 2020 representou 6,8% do Produto Interno Bruto - PIB brasileiro, um setor importante para economia e que garante renda para as pequenas famílias produtoras. Considerando sua importância econômica no cenário brasileiro de carnes, as aves são as mais consumidas, conforme a Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2) a estimativa é de 49,7 Kg por pessoa, visto também a relevância das carnes bovina (29,3

Kg) e suína (15 Kg). O consumo de carne ovina em contrapartida é bem inferior e não alcança 500 g/pessoa/ano (3).

O consumo de carnes está historicamente associado ao processo da evolução humana, visto que sua composição é fonte de proteínas (10% a 20%), gorduras (5% a 30%), água (70% a 72%), substâncias minerais (ferro e zinco), vitaminas (complexo B e A) e enzimas. Esses atributos nutricionais, junto aos sensoriais, são determinantes para suprir as necessidades do corpo humano (4).

As carnes de aves, bovina e suína são as mais procuradas pelos consumidores brasileiros, ação motivada por questões econômicas, sociais e principalmente culturais. Apesar das suas características positivas, é comprovado que outras carnes como as oriundas de caprinos e ovinos apresentam benefícios nutricionais superiores, pois indicam menor teor de gordura (colesterol) e maior capacidade de digestibilidade; sendo fonte de cálcio, proteínas, ômega 3 e ômega 6 (5).

O processamento da carne permite que novos produtos sejam desenvolvidos, gerando uma variedade mercadológica e possibilitando um melhor aproveitamento do animal. A caprinocultura e ovinocultura têm grande participação no setor industrial a partir da pele e pelo dos animais, possuindo também produtos derivados, como: cortes padronizados, aproveitamento das carnes de descarte, fabricação de mortadela, produção de linguiças frescas e defumadas, entre outros alimentos (3).

Dentre seus atributos sensoriais, segundo Almeida et al. (6), o consumidor ao adquirir uma peça ou corte cárneo, busca algo que apresente uma aparência e cor de qualidade. Após o seu preparo, a suculência e o *flavour*, são os atributos que determinam a qualidade sensorial final da carne. Freiria (7) afirma que boa parte da indústria alimentícia está mobilizada para diversificar e elaborar produtos saudáveis e apetecíveis, com aplicação de operações como acréscimo de aditivos, nutrientes, enzimas e microrganismos para a preparação e elaboração desses novos alimentos, cujo objetivo é incrementar a qualidade nutritiva, modificar a qualidade sensorial e facilitar o consumo.

Definir um perfil para o consumidor de carnes é complexo, visto que são muitos os fatores que influenciam a compra, como as características organolépticas (cor, textura, odor e sabor), as condições higiênico-sanitárias dos comércios, a forma como o produto é divulgado (marketing), e fatores sociais (renda e questões religiosas) (8).

As carnes de caprinos e ovinos nos últimos anos apresentaram um alto potencial, comprovado com a ampliação de pesquisas voltadas para esse tema. A exemplo na literatura: Castro Júnior (9) em estudo indica que a falta de consumo se dá devido à baixa oferta e falta de qualidade, visto que a produção desses animais é feita geralmente por pequenas famílias agropecuaristas. Felisbino (10) analisou a frequência de consumo de carnes caprinas e ovinas, confirmando que moradores da zona rural apresentam maiores perspectivas de consumir esses alimentos frequentemente.

São poucos os trabalhos voltados para consumo de carnes ovina e caprina, se comparados aos referentes a outras carnes - bovina, suína e de aves. O Nordeste é a região do Brasil que mais consome esses tipos de carnes, porém no estado do Rio Grande do Norte existe uma carência de estudos direcionados para essa questão. Portanto, objetivou-se com este trabalho identificar o perfil de consumidores de carne caprina e ovina da região do Oeste Potiguar.

MATERIAL E MÉTODOS

Natureza da pesquisa

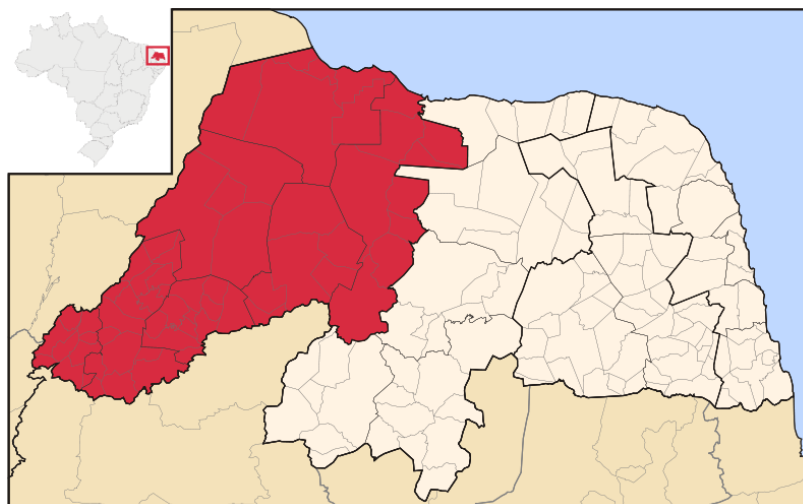
A pesquisa possui caráter quali-quantitativo, com intuito de evidenciar o perfil de consumidores de carne ovina e caprina. O estudo quantitativo, segundo Manzato e Santos (11), normalmente é utilizado quando o objetivo é medir opiniões, reações, sensações, hábitos e atitudes de um público-alvo, representando-o de forma estatisticamente comprovada. Este tipo de análise de acordo com Oliveira (12), descreve, explica e analisa fatos e fenômenos de modo a tecer uma análise do objeto de estudo.

Coleta de dados

O estudo foi realizado no mês junho de 2021, com moradores da região Oeste Potiguar. Para a realização da pesquisa utilizou-se um questionário, com duração de três dias, constituído por 18 questões objetivas (17) e subjetivas (1) sendo configurado na plataforma Google Formulários (<https://forms.gle/GAmPtipFTXWfogRE8>) e estruturado em três partes. A primeira incluindo termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), a segunda parte questões de cunho socioeconômico: sexo, idade, escolaridade, renda, cidade; e a terceira, referia-se ao âmbito de consumo: motivo para não consumir carne, frequência e benefícios de consumo, valor nutritivo, local de compra e intenção de compra de derivados de caprino/ovino.

Em seguida foi divulgado em mídias sociais como Instagram, Facebook, Twitter e WhatsApp. A pesquisa teve como foco principal a mesorregião Oeste do estado do Rio Grande do Norte, que segundo o senso do ano de 2010, possuía um total de 196.291 habitantes, dos quais 127.158 viviam na zona urbana e 69.133 deles na zona rural, sendo composta por 62 municípios de modo que 31 participaram e possibilitou a coleta de 262 respostas, das quais 244 foram utilizadas após uma triagem.

Figura 1 - Rio Grande do Norte - Mesorregião Oeste Potiguar



Fonte: Wikimedia Commons, 2006. (<https://bitly.com/kgIONt>)

Análise dos dados

Os dados coletados foram classificados e tabulados em categorias e calculadas suas porcentagens com relação ao total de respostas; foram produzidos gráficos a partir do programa Microsoft Excel 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados socioeconômicos

Na Tabela 1 são apresentados os resultados sobre os dados socioeconômicos dos entrevistados, compondo assim o perfil de consumidores de carne caprina e ovina.

Quanto à caracterização socioeconômica dos 244 entrevistados, este estudo mostrou que 59,84% são do sexo feminino; 38,94% do sexo masculino e 1,22% pessoas que não quiseram declarar o sexo, conforme dados da Tabela 1. A maioria dos participantes foram do sexo feminino, isso pode ser resultado do fato que as mulheres ainda são responsáveis por comprar e produzir os alimentos dentro de seus núcleos familiares, mesmo que socialmente estejam conquistando espaço em outras áreas (13).

Em relação a idade verificou-se que os entrevistados são majoritariamente de pessoas entre 14 e 18 anos correspondendo a 46,4%, indicando que as mídias sociais - meio por qual foi divulgado o questionário - são mais utilizadas por essa faixa etária, no entanto, os resultados apontam participação de pessoas entre 18 anos e acima de 40 anos. Conforme Lima (14), em estudo sobre aceitabilidade de carne caprina por universitários do Rio Grande do Norte, constatou-se que 98,4% dos entrevistados estavam na faixa etária menos de 20 anos até 30 anos.

Tabela 1 - Perfil de consumidores de carne caprina e ovina da região Oeste Potiguar

Perfil do consumidor	Total de questionados n = 244 =100%
Sexo	
Masculino	95 = 38,94%
Feminino	146 = 59,84%
Prefiro não declarar	3 = 1,22%
Idade	
14 a 18 anos	113 = 46,4%
18 a 20 anos	62 = 25,4%
21 a 25 anos	21 = 8,6 %
26 a 30 anos	7 = 2,8%
31 a 40 anos	20 = 8,2%
Acima de 40 anos	21 = 8,6%
Escolaridade	
Ensino fundamental completo	37 = 15,2%
Ensino fundamental incompleto	2 = 0,8%
Ensino médio completo	35 = 14,3%

Ensino médio incompleto	98 = 40,2%
Ensino superior completo	12 = 4,9%
Ensino superior incompleto	28 = 11,5%
Pós- Graduação	32 = 13,1%

Renda mensal

Até 1 salário-mínimo	97 = 39,76%
De 1 a 3 salários-mínimos	105 = 43,03%
De 4 a 10 salários-mínimos	36 = 14,76%
Mais 10 salários-mínimos	6 = 2,45%

Referindo-se a escolaridade dos entrevistados, 40,2% estão com ensino médio incompleto, isso é resultado da propagação da pesquisa entre as pessoas que compõe o Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - *campus* Pau dos Ferros, onde foi possível obter maior número de entrevistados, sendo importante pontuar que entre esses estão alunos do curso técnico de alimentos que, eventualmente, possuem conhecimento sobre o assunto discutido no presente trabalho. De acordo com Pessoa et al. (15) questões sociais e econômicas devem ser consideradas quando se discute sobre esse assunto.

Considerando a renda mensal dos entrevistados, 43,03% destes possuem renda entre 1 e 3 salários-mínimos. Segundo o IBGE (16), o rendimento mensal per capita do potiguar é de R\$1.077, o que condiz com os resultados apresentados, dado que 39,76% têm renda de até um salário-mínimo. Segundo Lucena et al. (3) o consumo de carnes sofre influência por questões sociais, culturais e econômicas; tal como a demanda por carnes diversas depende diretamente da relatividade dos preços e da renda dos consumidores.

Frequência de consumo de carne

Na Tabela 2 indica-se, de modo geral, o perfil de consumidores de carnes da região Oeste Potiguar, na qual 52,5%, indicaram que a frequência do consumo de carnes é diária e 20,1% consomem por 4 vezes na semana, sendo assim, um alimento predominante na dieta da população entrevistada. Em estudos realizados em supermercados das regiões Sul e Norte de Marília - SP, Oshiiwa et al. (17) atestam que a maioria dos entrevistados 92,5% (Norte) e 88% (Sul) consomem carne bovina por no mínimo três vezes na semana.

Tabela 2 – Perfil de consumidores de carne da região Oeste Potiguar

Consumo de carne	
Frequência de consumo de carne	Total de questionados n = 244 =100%
Todos os dias	128 = 52,5%
Pelo menos 1 vez por semana	6 = 2,6%
Pelo menos 2 vezes por semana	14 = 5,7%
Pelo menos 3 vezes por semana	26 = 10,7%
Pelo menos 4 vezes por semana	49 = 20,1%
Quinzenalmente	2 = 0,8%
Mensalmente	3 = 1,2%
Raramente	7 = 2,7%
Não consumo carnes	9 = 3,7%

Se não consome carne qual seria o motivo?

Sou vegetariano/Vegano	9 = 3,7%
Não gosto	11 = 4,5%
Falta de hábito	2 = 0,8%
Acho muito cara	5 = 2,1%
Por questões de saúde	5 = 2,1%
Outro:	5 = 2,1%
Em branco	207 = 84,7%

Qual carne considera mais saudável?

Carne bovina	23 = 9,4%
Carne suína	10 = 4,1%
Carne de peixes	187 = 76,7%
Carne de aves	21 = 8,6%
Carne ovina	1 = 0,4%
Carne caprina	2 = 0,8%

De modo geral, as pessoas que consomem carne com baixa frequência representam 2,7%, neste caso as respostas estão diretamente ligadas a renda mensal dos entrevistados, visto que nos últimos anos o preço da carne aumentou consideravelmente. De acordo com IBGE (18) houve um declínio de 10,3% no abate de bovinos no primeiro trimestre do ano, enquanto a produção de frangos e suínos aumentaram respectivamente 4,9% e 2,9%, assim como o consumo de ovos, isso acontece porque na pandemia essas são as proteínas mais acessíveis para a população.

A respeito dos fatores que impulsionam o não consumo de carne, 4,5% dos respondentes indicam não gostar, isso pode estar relacionado a um determinado tipo de carne, por exemplo a carne bovina; ou até mesmo ao poder de aquisição do consumidor. Enquanto 3,7% afirmaram ser veganos (não consomem nenhum produto oriundo de animais) ou vegetarianos (não consomem carne), fazendo parte de grupos em ascensão no país, mas pouco conhecidos na região onde ocorreu o estudo. Segundo Ribeiro (19), o fato da redução ou não consumo de carne está relacionado à preocupação entre o consumo e sustentabilidade, considerando os princípios éticos e morais acerca do uso de animais para a elaboração de produtos sendo esses alimentícios ou não. Queiroz, Soliguetti e Moretti (20) afirmaram que a maior dificuldade enfrentada por pessoas vegetarianas/veganos é indisponibilidade de produtos para consumo.

No presente trabalho, os entrevistados indicaram que a carne de peixe possui maior saudabilidade (76,7%), verificando que seus benefícios são de conhecimento popular. Semelhante aos resultados encontrados por Lisboa et al. (21) em estudo sobre perfil de consumidores de carne bubalina, no qual constaram que 72,60% dos questionados reconhecem o peixe como a carne mais saudável. A respeito de carne advinda do pescado, Brasil (22) ressalta que é um alimento rico em proteína, vitaminas e minerais, indicado por sua alta proporção de gorduras insaturadas - saudáveis para o corpo. A exigência em relação a qualidade dos alimentos está se expandido, assim como a preocupação e necessidade em entender a composição do que se consome, Lima-Filho et al. (23) pontuam que o papel da vida saudável e bem-estar são determinantes na escolha dos alimentos como por exemplo, optar por carnes magras (menor teor de gorduras).

Em contrapartida, os resultados para carne caprina e ovina são respectivamente 0,8% e 0,4%, indicando que as propriedades dessas carnes são de compreensão limitada e até mesmo de baixa preferência, logo isso tem influência no momento de sua compra.

Na Tabela 3 encontra-se os resultados que indicam o consumo de carne caprina e ovina na região oeste do estado do Rio Grande do Norte.

Tabela 3 – Perfil de consumidores de carne caprina e ovina da região Oeste potiguar

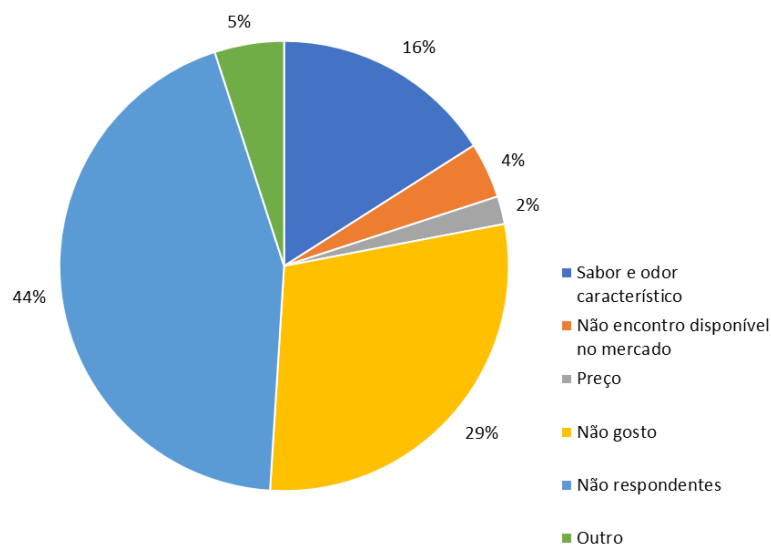
Consumo de carne caprina e ovina	
Você consome carne caprina e ovina?	Total de questionados n = 244 =100%
Sim	123 = 50,4%
Não	121 = 49,6%
Qual frequência de consumo de carne caprina e ovina	
Todos os dias	2 = 0,8%
Pelo menos 1 vez por semana	19 = 7,8%
Pelo menos 2 vezes por semana	7 = 2,9%
Pelo menos 3 vezes por semana	10 = 4,1%
Pelo menos 4 vezes por semana	1 = 0,4%
Quinzenalmente	10 = 4,1%
Mensalmente	20 = 8,2%
Raramente	97 = 39,8%
Não consumo carnes	76 = 31,1%
Outro	2 = 0,8%

Observa-se que existe um interesse voltado para essas carnes, visto que 50,4% das 244 pessoas confirmam consumi-las, evidenciando a aceitabilidade desse alimento na região. Semelhante ao que Constantino et al. (24) observaram na região norte do Paraná, identificando que 50,6% dos entrevistados consomem carne de cordeiro.

Além disso, a frequência de consumo é considerável, dado que, somados, 27,5% dos entrevistados realizam consumo semanalmente e/ou mensalmente; enfatizando que 0,8% consomem essas carnes diariamente, em questão objetiva essas pessoas explicam que são parte de famílias produtoras da região, o que justifica tal periodicidade. Firetti et al. (25) avaliaram o consumo de carne ovina da região de presidente prudente e verificaram que 38,5% dos entrevistados são consumidores dessa carne, dos quais 20,8% consomem mensalmente e apenas 4% semanalmente. O baixo consumo de carne caprina e ovina pode estar atrelado ao seu sabor característico, Battagin et al. (26) evidenciam que 24% dos brasileiros questionados consideram o sabor ruim, além disso a falta de costume é outro fator definitivo, visto que 22% das pessoas nunca experimentaram carne de cordeiro.

Na Figura 2, encontra-se as possíveis razões para o não consumo de carne caprina e ovina.

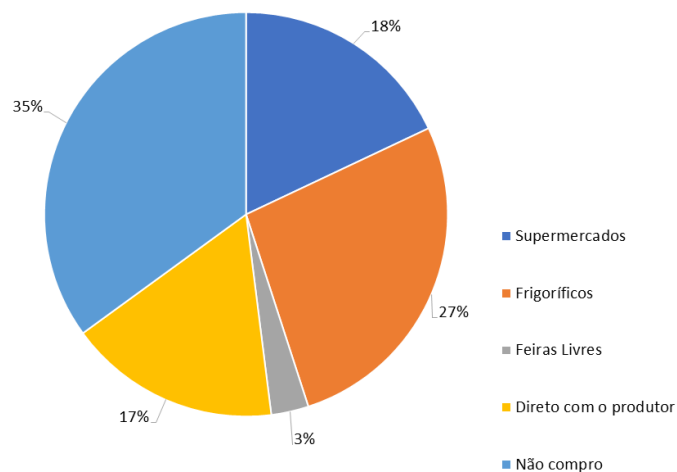
Figura 2- Indicativo do não consumo carne caprina e ovina



Constatando-se 29% das respostas para “não gosto” e 16% para “odor e sabor característico”, isso ocorre provavelmente, devido a rancidez (oxidação lipídica) desenvolvida naturalmente pelas carnes, reação que pode ser acelerada por manejo incorreto do produtor ou no momento de preparo; e pelo sabor forte que é próprio das carnes desses tipos de animais, características que podem ser modificadas e melhoradas quando o alimento é induzido a processos técnicos (27).

Na Figura 3, expõe-se os possíveis locais de compra das carnes de caprina e ovina.

Figura 3. Local de compra

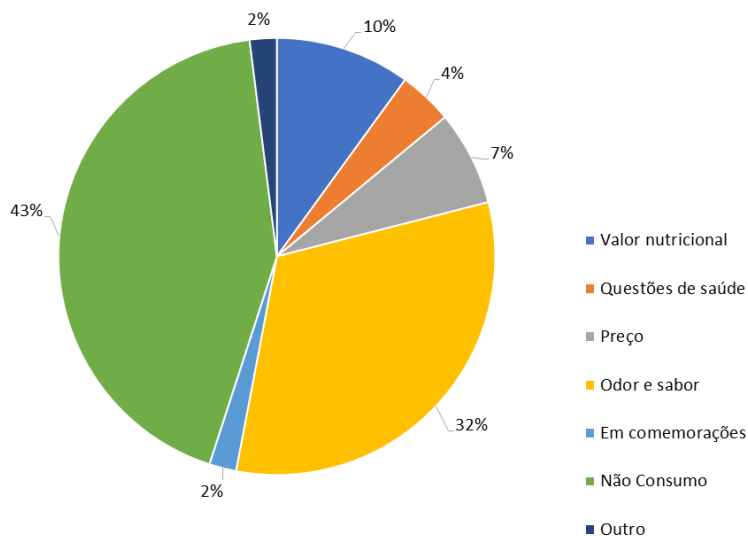


Na região oeste potiguar, majoritariamente, essas carnes são compradas em supermercados (18%) e frigoríficos (27%), podendo isso ser explicado através da localização, já que nas cidades do interior os bovinocultores também são criadores de caprinos e ovinos; ou pela expansão comercial, com chegada de grandes franquias de supermercados, oferecendo mais opções aos consumidores. Entretanto, ainda é significativa a compra direto com o produtor (17%), algo que está relacionado ao interior

do estado e sua cultura de consumo. Ao contrário de outras pesquisas como confere Pessoa et al. (28) em estudo sobre o perfil de consumidores de carne caprina, na qual a alternativa para compra em supermercados obteve 0 respostas, e para mercados públicos 69,84%.

Na Figura 4, situa-se os fatores que impulsionam o consumo da carne oriunda de caprinos e ovinos.

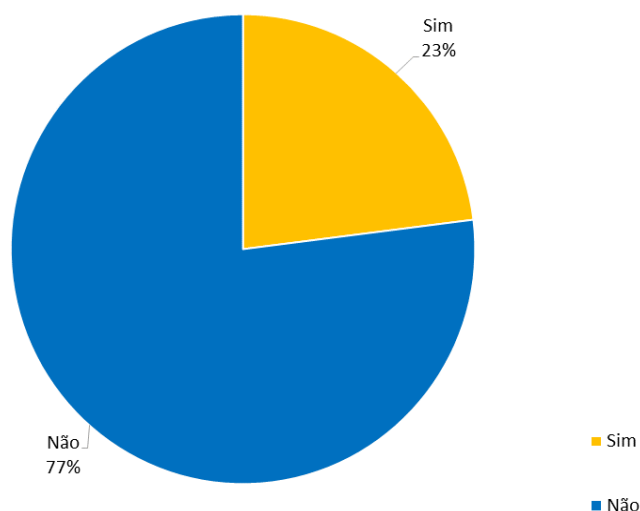
Figura 4- Consumo carne caprina e ovina



Em que, há uma indicação que as propriedades sensoriais (sabor e odor 32%) motivam o consumo dessas carnes, enquanto o preço (7%) apresenta pouca influência. Algumas pessoas (2%) revelaram consumir essa carne apenas em comemorações, algo que também envolve a cultura regional de consumo quando em família, por exemplo em churrascos. Alves et al. (29) estudaram o perfil de consumidores de carne ovina, e observaram que 86,83% das pessoas optam por preparar carnes ovinas na churrasqueira.

Na Figura 5, observa-se a percepção de saudabilidade dos consumidores acerca das carnes de caprino e ovino.

Figura 5- Conhecimento popular acerca das carnes caprinas e ovinas

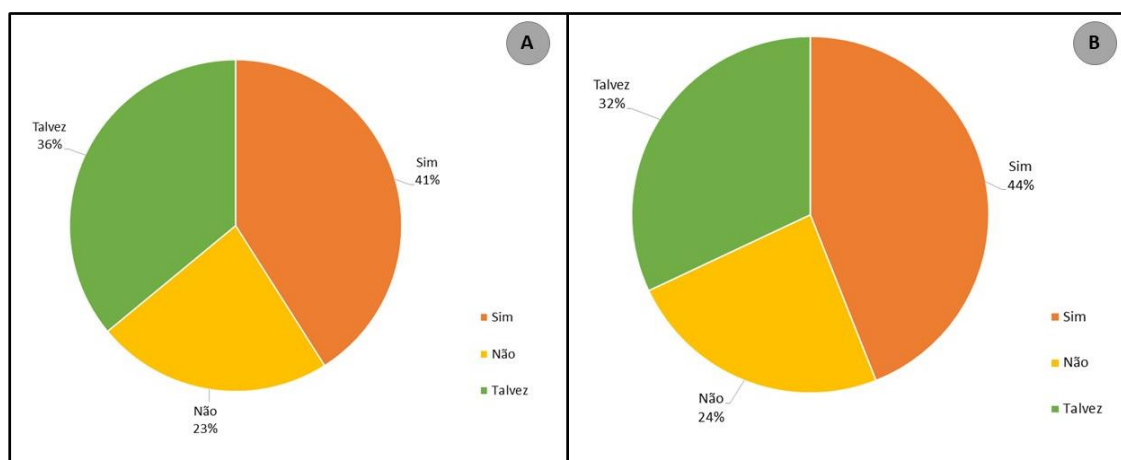


Comprovando que apenas 23% dos questionados conhecem os seus benefícios nutricionais. Sendo assim, mesmo possuindo características superiores a outras carnes vermelhas, como maior digestibilidade, essas informações ainda não são de entendimento comum. Em consequência do baixo consumo, é compreensível que exista uma escassez de pesquisas voltadas a esse tema, contribuindo para que a informação sobre esses alimentos não chegue aos consumidores, fator que interfere diretamente no momento de compra. Melo et al. (30) em estudo sobre o mercado consumidor de carne caprina e ovina, verificam resultado superior no qual 71,90% dos consumidores entrevistados em Capanema - PA reconhecem a carne de caprinos e ovinos como saudável. Em uma pesquisa na cidade de Salvador - BA, Cuenca et al. (31) mencionam o nível de informação do consumidor sobre o valor nutritivo apresentado por esses produtos, 36% dos entrevistados ressaltaram ter algum conhecimento sobre o assunto, enquanto 64% demonstram desconhecer plenamente.

Dolch et al. (32) pontuam que os produtos cárneos possuem grande variedade de categorias, como por exemplo, almôndega, hambúrguer, salsicha, presunto entre outros; cada um com processo de produção específico. Embutidos apresentam maior versatilidade, com maior atratividade para o consumidor, oportunidades de redução de desperdício e maior durabilidade, diferenciando-os no aspecto vida útil perante as carnes frescas (33).

Na Figura 6, localiza-se o consumo e indicativo de compra para produtos cárneos oriundos de caprino e ovino.

Figura 6- Indicação do consumo de produtos cárneos oriundos de carne caprina e ovina (6A) e Indicação de compra de produtos cárneos oriundos de carne caprina e ovina (6B)



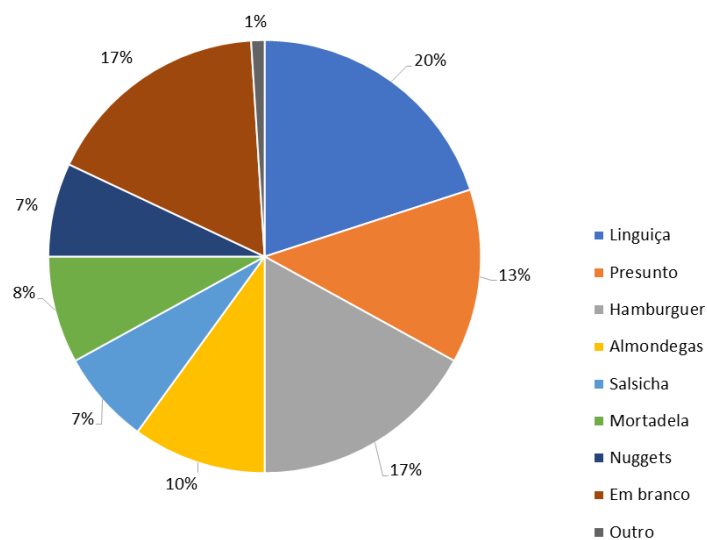
Constatou-se na Figura 6A que a maior parcela dos entrevistados indicou o consumo, tendo 41% de respostas para sim, 36% talvez e 23% para não consumiria. Em vista disso, seriam uma forma de agregar valor e favorecer as características sensoriais das carnes oriundas de caprinos e ovinos, uma possível solução para aumentar sua aceitabilidade por aquelas pessoas que consideram o odor e sabor desagradáveis.

Na Figura 6B, revela-se o potencial mercadológico de oriundos de carne caprina e ovina, visto que 44% dos entrevistados mostraram interesse na obtenção desses, se disponíveis no mercado; enquanto apenas 24% marcaram não.

O beneficiamento para as carnes caprina e ovina é muito restrito, em consequência, sua comercialização fundamenta-se na produção de cortes comerciais. Agne et al. (34) analisaram a aceitabilidade de cortes comerciais em Cachoeira do Sul – RS, a costela (mais barato) é o corte predominante obtendo 46% das respostas, enquanto o pernil/quarto (mais caro) representa 28%. Neste segmento, os pesquisadores averiguaram quais produtos cárneos oriundos de ovinos seriam comprados se disponibilizados, os respondentes destacaram preferência para linguiças (37,46%), charque (19,72%) e defumados (10,42%).

Na Figura 7, tem-se a intenção de compra de produtos cárneos providos de carne caprina e ovina.

Figura 7- Indicação de compra de produtos cárneos oriundos de carne caprina e ovina



Na qual os maiores percentuais foram observados para os produtos como linguíça (20%) e hambúrguer (17%), os produtos como: salsicha, nuggets e mortadela apresentaram os menores indicativos de compra, tendo por ordem 7%, 7% e 8% das respostas. De acordo com Dias et al. (35) os produtos com menor valor agregado que os cortes comerciais, como embutidos e espetinhos, podem estimular o consumo.

Os resultados demonstraram que apenas 17% dos entrevistados, não indicaram o produto, verificando falta de interesse dessa parcela no consumo de produtos cárneos, o que está relacionado com as práticas alimentares (veganismo/vegetarianismo e não preferência) justificadas na Tabela 2. Costa et al. (36) relatam a importância de inserir produtos cárneos da caprino/ovinocultura, pois muitas vezes são comercializados apenas na forma de cortes já padronizados e *in natura*.

CONCLUSÕES

O estudo desenvolvido aponta baixo consumo de carnes caprinas e ovinas por parte dos entrevistados, apesar da região Nordeste possuir as maiores criações e índice de consumo desses animais. Nesse sentido, é de suma importância considerar os fatores socioeconômicos como costumes, renda, escolaridade e as características sensoriais e nutricionais, dado que essas questões são determinantes para definir um perfil de consumidor. Todavia, a localidade na qual efetuou-se a pesquisa evidenciou frequência considerável, o que se relaciona com fortes questões culturais como o consumo em confraternizações. Com relação a intenção de compra acerca de produtos oriundos da carne caprina e ovina, o estudo mostrou um potencial mercadológico e aceitabilidade de produtos embutidos (linguiça), além de proporcionar diferenciação e agregação de valor. Outrossim, é necessária maior divulgação e estudos sobre as características, valor nutricional e percepção dos consumidores desse tipo de carne. Portanto, o estudo em questão apresta relevância para o setor acadêmico e industrial, além de contribuir para melhorias e expansão de produtos cárneos derivados de carne caprina e ovina.

REFERÊNCIAS

1. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PIB do setor agropecuário apresentou crescimento de 2% em 2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil, 2021. [Acesso em 21 de abr 2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/pib-do-setor-agropecuario-apresentou-crescimento-de-2-em-2020>
2. Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. Produção de suínos e frangos deve manter estabilidade no mercado interno de carnes. 2021. [Acesso em 21 de abr 2021]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3914-producao-de-suinos-e-frangos-deve-manter-estabilidade-no-mercado-interno-de-carnes>
3. Lucena CC, Martins EC, Magalhães KA, Holanda Filho ZF. Produtos de origem caprina e ovina: mercado e potencialidades na região do Semiárido brasileiro. Bolet Centr Intel Merc Capr e Ovin. 2018;1(3):5-16.
4. Gomide LAM, Ramos EM, Fontes PR. Ciência e qualidade da carne: Fundamentos. 1. ed. UFV; 2013.
5. Guimarães Filho, C. Cabrito, a carne vermelha mais saudável do mundo. Rev de Pol Agríc. 2017; 26(2):125-126.
6. Almeida J, Francisco A, Silva JS. Qualidade da carne: breve abordagem dos aspectos intrínsecos, comerciais, tecnológicos, sensoriais e nutricionais. TecnoAlimentar. 2018;1(15):30-33.
7. Freiria EFC. Tecnologia de Alimentos. 1. ed. Editora e distribuidora S.A; 2017.
8. Santos LL, Borges GR. Fatores que influenciam no consumo de carne ovina. Cons Behav Review. 2019;3(1):42-56.
9. Castro Júnior AC. Perfil do consumidor de carne caprina e ovina na região metropolitana do Recife. [Dissertação]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2017.
10. Felisbino SD. Perfil do Consumidor de Carne Ovina no Estado de Santa Catarina. [Graduação]. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina; 2019.
11. Manzato AJ.; Santos AB. A Elaboração de Questionários na Pesquisa Quantitativa. IBILCE. 2012; 1(1): 1-17.
12. Oliveira MM. Como fazer pesquisa qualitativa. 1. ed.Vozes; 2007.
13. Moreira CC. Percepções de Responsáveis pela Aquisição de Alimentos para a Família Sobre Compra e Consumo de Alimentos Saudáveis. [Dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2013.

14. Lima ML. Aceitabilidade da carne caprina no hábito alimentar e percepção sobre o impacto ambiental na produção de caprinos no Nordeste entre estudantes universitários. [Dissertação]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2009.
15. Pessoa RMS, Gois GC, Silva AAF, Ferreira JMS, Matias AGS, Campos FS, et al. A percepção do consumidor de carne ovina e caprina no município de Olho d'Água – PB. PUBVET. 2018; 12(5):1-6.
16. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil). Panorama. IBGE Cidades, Rio Grande do Norte, 2020. [Acesso em 30 de abr 2021]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/panorama>
17. Oshiiwa M, Repetti L, Temoteo MM, Labate BY, Pereira AB, Nunis JB. Perfil e Atributos que Influenciam na Decisão de Compra dos Consumidores de Carnes em Dois Supermercados de Médio Porte na Cidade de Marília/SP. Unimar Ciências. 2017; 26(1):95-113.
18. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Trimestrais da pecuária - primeiros resultados: cai o abate de bovinos e cresce o de suínos e de frangos no 1º trimestre de 2021. [Acesso em 1 de Mai 2021]. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/30720-trimestrais-da-pecuaria-primeiros-resultados-cai-o-abate-de-bovinos-e-cresce-o-de-suinos-e-de-frangos-no-1-trimestre-de-2021>
19. Ribeiro UL. A ascensão do consumo ético de produtos vegetarianos e veganos no mercado brasileiro. Rev Observat la Econ Latinoamer. 2019;1(1):1-12.
20. Queiroz CA, Soliguetti DFG, Moretti SLA. As principais dificuldades para vegetarianos se tornarem veganos: um estudo com o consumidor brasileiro. Demetra. 2018;13(3):535-554.
21. Lisboa EPC, Oliveira AS, Vinholte BP, Camargo Júnior RNC. Perfil dos consumidores de carne bovina e bubalina no município de Santarém. Braz J Develop. 2020;6(9):64527-64539.
22. Brasil. Ministério da Saúde. Guia Alimentar para a População Brasileira. Secretaria de Atenção à Saúde Departamento de Atenção Básica, Brasília, 2014.
23. Lima-Filho DO, Arca NS, Quevedo-Silva F, Nunes OS, Chung PC, Corrêa RM. Escolha de alimentos: os fatores vida saudável e bem-estar e sensorialidade e prazer. Pensam e Realid. 2016;31(3):78-87.
24. Constantino C, Koritiaki NA, Fernandes Junior F, Ribeiro ELA, Mangilli LG.; Grandis FA, et al. Comportamento de consumidores de carne de cordeiro na região norte do Paraná. PUBVET. 2018; 12(1):1-7.

25. Firetti R, Alberti ALL, Zundt M, Carvalho-Filho AA, Oliveira EC. Identificação de Demanda e Preferências no Consumo de Carne Ovina com Apoio de Técnicas de Estatística Multivariada. *RESR*. 2017;55(4):679-692.
26. Battagin, HV, Panea B, Gotardo LRM, Trindade MA. Investigação Sobre O Consumo Limitado de Carne de Cordeiro no Brasil. 7º Simpósio de Segurança Alimentar. USP, São Paulo, 2020.
27. Lima Júnior DM, Rangel AHN, Urbano SA, Moreno GMB. Oxidação Lipídica e Qualidade da Carne Ovina. *Acta Veter Brasili*. 2013;7(1):4-28.
28. Pessoa RMS, Gois GC, Costa DCCC, Silva APR, Santos RN. Caracterização do perfil dos consumidores de carne caprina comercializada no município de Areia - PB. *Nutri-Time Rev Eletr*. 2019;16(1):8364-8369.
29. Alves LGC, Cunha CM, Fernandes ARM, Vargas Junior FM, Hirata ASO, Paes MRS, et al. Perfil do consumidor de carne ovina na cidade de Dourados – MS. *Rev Agrarian*. 2017;10(37):288-293.
30. Melo WO, Albuquerque GDP, Silva Filho AVA, Freitas BHC, Cândido EP. Mercado consumidor de carne caprina e ovina do município de Capanema, Estado do Pará. *Brazil J Develop*. 2020;6(5):31845-31862.
31. Cuenca MAG, Martins EC, Santos AS, Muniz EM, Santos RPC, Gonzáles EO. Caracterização do Consumo das Carnes Caprina e Ovina na Cidade de Salvador, BA. *Embrapa*. 2008; 1(2):1-20.
32. Dolch K, Judas M, Schwägele F, Brüggemann DA. Development and validation of two triplex real-time PCR systems for the simultaneous detection of six cereal species in processed meat products. *Food Control*. 2019;1(101):180-188.
33. Pintado T, Delgado-Pando G. Towards more sustainable meat products: Extenders as a way of reducing meat content. *Foods*. 2020; 9(8):1044.
34. Agne CL, Porto AR, Cavalheiro M. Perfil dos Consumidores de Carne Ovina no Município de Cachoeira do Sul – RS, Brasil. *Rev Grifos*. 2021;30(53):72-93.
35. Dias AG, Varanis LFM, Alves LKS, Raineri C. Percepção de consumidores sobre produtos de origem caprina na cidade de Uberlândia, Minas Gerais. *Brazil J Anim and Environ Resear*. 2018;1(1):99-114.
36. Costa RG.; Ribeiro NL, Cavalcante ITR, Roberto FFS, Lima PR. Carne de caprinos e ovinos do Nordeste: Diferenciação e agregação de valor. *Rev Científ Prod Anim*. 2019;21(1):25-33.

Capítulo 13

doi.org/10.53934/9786599539664-13

CONSUMO DE CAFÉ NO BRASIL: UMA REVISÃO

Deiviany Santana Santos Lima *; Alanna Vitória Rocha Eliziário ; Larissa Karla de Jesus ; Tatiana Nunes Amaral 

*Autor correspondente (Corresponding author) - Email: deivianylima@gmail.com

Resumo: O Brasil se destaca por ser o segundo maior consumidor de café comparado com o mundo, os dados confirmam que este produto está presente em 81% dos lares brasileiros. Para saber a qualidade desta bebida é realizado através da análise sensorial um processo seletivo que avalia diversas características físicas, químicas e sensoriais do café, logo após é realizado uma análise descritiva quantitativa com julgadores previamente selecionados e treinados para posteriormente categorizá-lo como um café tradicional de menor qualidade, como café gourmet com uma qualidade mediana e o café especial, considerado de extrema qualidade. Os consumidores percebem o valor do produto através da textura e aroma, pois consideram variáveis extrínsecas para a decisão de compra, além de marca, preço e informações do rótulo. Nota-se com o estudo que o consumidor demonstra uma relação emocional e afetiva com o produto e que a experiência de beber café é um dos prazeres da vida, além de uma forma de melhorar o humor e a disposição. Assim, o presente artigo de revisão teve por objetivo analisar o comportamento dos consumidores de café e os métodos de avaliação com base em suas preferências. De tal forma, pôde-se concluir que a bebida tende a se manter firme no mercado e principalmente no paladar dos brasileiros, e que além da qualidade outro motivo de escolha considerando sua diversidade é o preço do produto, sendo o café torrado e moído o mais acessível ao consumidor.

Palavras-chave: análise sensorial; consumidor; diversidade do café; motivos de escolha; tendências de mercado

INTRODUÇÃO

O café teve origem na África, na Etiópia, sendo que o seu consumo foi difundido pela Europa. Inicialmente o fruto era consumido de forma macerada ou misturada em banha para preparar as refeições. Outras formas de consumo seriam para finalidade de chás com propriedades medicinais, bem como produziam um suco fermentado que se transformava em bebida alcoólica. Durante o séc. XIV foi desenvolvido o processo de torrefação que popularizou o café no mundo, adquirindo forma e gosto como visto na atualidade (1).

A bebida café ganhou interesse global quando notado que o mesmo além de possuir sabor agradável, também apresentava fator estimulante, facilitando a oferta de

grandes investimentos e o inserindo na representação cultural. A popularização do café reconhecida como uma bebida prazerosa em meios sociais e coletivos se deu a partir dos anos de 1450 (1).

O Brasil se destaca por ser o segundo maior consumidor de café, comparado com o mundo e estudos como o da ABIC (2), relatam que pode ser consequência na diferenciação e inovação do produto, além de atributos que o mesmo fornece em criar relação entre a vida saudável, bem-estar, prazer no consumo e marketing. Adjunto ao Vietnã, Colômbia e Indonésia, o Brasil corresponde a 70% da oferta mundial de café, e acrescido dos Estados Unidos, União Europeia e Japão, demandam dois terços da produção do mundo desta bebida para os consumidores (3).

O consumo desta bebida vem crescendo em média de 3% a cada ano desde 2016, considerando que a expectativa seja de manter nesse ritmo até o ano seguinte (1). Segundo o estudo feito por Arruda e colaboradores (4), os consumidores associam o consumo com família, amizade e trabalho, evidenciando o vasto universo social da bebida. Segundo Carapito (5) cada vez mais as pessoas estão se informando, exigindo produtos saudáveis, frescos e saborosos, o que requer maior competitividade de mercado (6); (7); (8).

Os dados confirmam que o café é um produto consolidado, marcando presença em 81% dos lares Brasileiros e se mantendo elevado e estável (2); (9). Nesse processo de inovação e desenvolvimento, e dando seguimento de mercado é imprescindível entender o consumidor, desejos ou necessidades e possibilitar a mensuração da aceitação do produto (9).

Portanto, o presente trabalho de revisão tem por objetivo filtrar alguns fatores, como o comportamento dos consumidores de café, bem como os motivos de escolha e compra do produto e os métodos de avaliação com base nas preferências dos consumidores.

CAFÉS NO BRASIL

O café é um produto importante e de destaque no Brasil desde sua chegada ao país em meados do século XVIII até os dias atuais, responsável por gerar milhões de empregos, um dos pilares econômicos do desenvolvimento nacional, responsável pelo crescimento e pela riqueza de diversos municípios, estando sua imagem no mundo vinculada ao Brasil (10).

O Brasil exportou cerca de 38,4 milhões de sacas de café de 60 quilos no acumulado de janeiro a novembro de 2021. Destaca-se que a exportação de café em 2020 atingiu o maior volume já registrado na série histórica (43,9 milhões de sacas), favorecida pelo recorde da produção brasileira naquele ano (63,1 milhões de sacas). A produção elevada em 2020 permitiu que o Brasil mantivesse a exportação aquecida no primeiro semestre de 2021. O café foi exportado para 148 países no período de janeiro a novembro de 2021, sendo Estados Unidos e Alemanha os principais destinos, com respectivas participações de 19,8% e 17,3%, seguidos por Itália (7,1 %), Bélgica (7%) e Japão (6,5%). O Valor Bruto da Produção (VBP) de café em 2021, indicado pelo Ministério da Agricultura em outubro, está estimado em cerca de R\$ 36,9 bilhões (11).

O café possui diversos tipos de grãos, abaixo serão apresentados alguns tipos de café e suas principais características, representados na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparativo dos tipos de café e suas características.

Tipos de café	Origem	Características	Locais de cultivo
Café Arábica	Etiópia	50% menos cafeína e possui mais açúcares	Cultivado em grandes altitudes
Café Bourbon	Leste de Madagascar (Ilha de Bourbon)	Presença de notas mais achocolatadas, o aroma bem forte e marcante, e a acidez moderada.	Cultivado em grandes altitudes
Café Kona	Kona, Havaí	Café gourmet, que é aveludado e traz um sabor de frutas.	Solos vulcânicos
Café Catuaí	Brasil	Possui acidez moderada e possui doçura natural.	Altitudes acima de 900 m
Café Acaiá	Etiópia	Tem um sabor achocolatado e acidez média	Cultivado em grandes altitudes
Café Robusta	Congo e da Guiné	Mais encorpado e com um sabor mais amargo	Regiões com clima quente e úmido, e em altitudes mais baixas, até 600 metros de altitude.

Fonte: Grão Gourmet, 2021 (12).

QUALIDADE DO CAFÉ

Para saber a qualidade de um café e poder classificá-lo é realizado um processo seletivo que avaliam diversas características físicas, químicas e sensoriais, ao final, se faz a prova de xícara e em seguida é atribuída uma nota geral, assim será posteriormente categorizado como um café tradicional de menor qualidade, como café gourmet com uma qualidade mediana e o café especial, considerado de extrema qualidade (13); (14).

As principais características físico-químicas analisadas no café para determinar sua qualidade são: pH, teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável, cor, condutividade e índice de ácidos graxos livres. As características sensoriais do café e da sua bebida são avaliadas pelos sentidos do olfato e paladar, e são elas: acidez, adstringência, amargor, aroma da bebida, corpo, fragrância do pó, influência dos grãos defeituosos, sabor e sabor residual. O processo de torrefação e os métodos de extração são determinantes para a qualidade das bebidas de café. A torra realizada de maneira exagerada, por exemplo, ocasiona variações indesejadas em parâmetros como pH e

sólidos solúveis totais, interferindo diretamente nos atributos de sabor das bebidas de café (15).

Para realizar a classificação da bebida do café considerando a sua qualidade, é feita uma análise sensorial descritiva quantitativa com julgadores, previamente selecionados e treinados, fazendo uso de escala não estruturada de 0 a 10 cm para avaliação da fragrância do pó, aroma da bebida, defeitos, acidez, amargor, sabor, sabor residual, adstringência e corpo da bebida, com avaliação final da qualidade global. As Resoluções SAA 19, de 05/04/2010, SAA 30, de 22/06/2007, e SAA 31, de 22/06/2007, classificam os cafés, de acordo com as notas atribuídas para qualidade global, como tradicionais (4,5 a 6), superiores (6,0 a 7,3) e gourmets (7,3 a 10,0) (16); (17); (18); (19).

Segundo Ribeiro (20), para se realizar a prova da xícara alguns passos devem ser seguidos. Antes de ser provado, o café deve ser torrado e moído. Em uma xícara ou tigela pequena, as amostras são preparadas por infusão de 10 gramas de pó em 100 mL de água mineral quente ao ponto da primeira fervura. A fragrância é sentida com café seco. Após misturar com uma pequena concha, o provador avalia o aroma da infusão. Depois disso, a espuma é retirada e o café é deixado a decantar. O processo de degustação é iniciado quando o pó estiver depositado no fundo da vasilha e a mistura estiver morna (aproximadamente 60°C). Com o auxílio da concha, o degustador sorve uma quantidade de líquido, que mantém na boca o tempo suficiente para sentir o sabor e memorizar todos os seus detalhes. Em seguida, esse líquido é expelido em um recipiente, chamado "cuspideira".

As provas de xícara são feitas com teste cego. Por esse motivo, o grupo de dois ou mais provadores deve apresentar um paladar apurado e calibrado, para poder distinguir com a mesma intensidade as diferenças entre as bebidas. Entre cada prova, os degustadores devem enxaguar a boca com quantidade suficiente de água para não prejudicar a percepção sensorial quando da análise da próxima amostra (20).

Na análise dos resultados, para cada uma das características sensoriais avaliadas, deve-se calcular a média aritmética e o desvio padrão entre os valores atribuídos por todos os classificadores. A distinção das categorias gourmet, superior ou tradicional é determinada em função do resultado obtido pela nota da qualidade global (20).

Para tentar minimizar as variações e subjetividades nas provas de café, criou-se a necessidade de se capacitar pessoas as tornando "experts" no quesito degustação de cafés, a essas pessoas é dado o nome de Q-Graders. Os Q-Graders, utilizam metodologias específicas para a prova de café, como o protocolo desenvolvido pela *Speciality Coffee Association* (SCA), que objetivam definir procedimentos para avaliação sensorial de cafés especiais, sendo hoje utilizado comumente em todo o mundo (21). Entende-se a complexidade que o Q-Grader é submetido no momento que se dispõe a fazer uma análise sensorial, entretanto essa forma de definir qualidade é a única capaz de identificar as pequenas particularidades e nuances do café, fazendo com que sua especificidade sobreponha uma possível subjetividade (22).

É um desafio ao longo da cadeia alimentar manter ou adicionar valor ao produto final, e para que isso aconteça é necessário entender o comportamento do consumidor (23). Os consumidores percebem o valor dos produtos alimentares além de suas características intrínsecas, como por exemplo, textura e aroma, pois consideram variáveis extrínsecas para a decisão de compra, tais como marca, preço e informações do rótulo (24).

Considerando o teste de preferência dos consumidores de café por análise sensorial, normalmente o participante realiza em cabines de teste isoladas, sob condições de teste altamente controladas para garantir que as respostas sejam atribuídas aos efeitos dos estímulos alimentares (25).

A análise sensorial é uma ciência que envolve a avaliação de atributos organolépticos de um produto através dos sentidos, e tem grande importância na avaliação da aceitabilidade no mercado e qualidade do produto, sendo imprescindível para o controle de qualidade industrial. Como é uma ciência que lida com a percepção humana dos estímulos e a maneira como eles atuam, pode sofrer influência de fatores externos nos resultados (26).

A pesquisa qualitativa enfoca a exploração da resposta subjetiva do consumidor por meio da coleta de informações de fontes não quantificáveis, com o objetivo de examinar respostas em uma natureza desordenada, ou seja, ao invés de obter informações por meio de medidas instrumentais, os comportamentos são registrados através dos dados observados por meio de vídeos, áudio ou interação pessoal. Estes dados qualitativos podem ajudar a compreender o processo de consumo por meio de respostas emocionais complexas não exploradas em estudos de natureza quantitativa (27).

De acordo com os pesquisadores Kerr e Kelly (28); Huang *et al.* (29) e Park *et al.* (30), a teoria da cadeia de valor Means-end (MEC) é a mais relevante entre as teorias desenvolvidas para compreender as relações entre atributos, consequências e valores (ACV). Esta teoria de valor foi originada em 1982 por Gutman e reproduzida em 1983 por Olson e Reynolds, em que argumentaram sobre as ações positivas e negativas, nas quais os consumidores tendem a escolher as ações que lhe permitam obter consequências benéficas que satisfaçam seus valores. Esta teoria tem sido utilizada por vários autores em marketing e comportamento do consumidor (31); (32).

A tarefa de conclusão (CT) é uma das técnicas utilizadas de caráter qualitativo, na qual consiste em um estímulo incompleto apresentado ao participante da pesquisa, geralmente na forma de frase, história, diálogo e o mesmo é instruído a terminar de preenchê-lo livremente, somente por intuição, sem dar um juízo de valor (33). Logo, é apresentado imagens referentes ao tema, buscando atrair maior projeção dos sentimentos e pensamentos dos consumidores, comparado com a metodologia exclusiva textual. De tal forma, permite então o uso de diferentes estímulos oportunizando direcionar a atenção do consumidor para os aspectos de interesse e sem perder informações importantes para o desenvolvimento de produtos ou estratégias de marketing (34).

Segundo o autor Sales *et al.* (35), os métodos qualitativos (como o CT) permitem uma compreensão profunda tanto subjetiva quanto explícita aos fatores envolvidos na escolha ou recusa deste produto, e considerando o café em suas diferentes apresentações comerciais, pode ser bastante útil na criação de iniciativas institucionais de posicionamento comercial, comunicação publicitária e desenvolvimentos de novos produtos a base de café. No artigo em questão a metodologia foi eficaz em fornecer percepção e valor que motiva o consumidor na escolha de diferentes produtos.

No que diz respeito aos estudos de análise de qualidade no segmento de alimentos, as técnicas multivariadas quantitativas são as mais utilizadas. A metodologia destes estudos tem como objetivo predizer se a qualidade do produto final será atendida conforme os insumos utilizados na produção (36).

De acordo com Bordin (37), a análise de Cluster, ou análise de agrupamentos, pode ser definida como um tipo de análise multivariada utilizada para reunião de

indivíduos ou objetos em grupos através de suas semelhanças, ou seja, cada objeto possui características parecidas aos outros objetos presentes no grupo, segundo critérios previamente estabelecidos.

A análise discriminante é aplicada quando a variável dependente é qualitativa (representando os diferentes grupos) e as variáveis independentes são quantitativas e/ou qualitativas. Este modelo permite identificar o subconjunto de variáveis que apresentam maior poder para distinguir os grupos, de tal forma que, conhecendo-se as características de um novo consumidor, é possível prever a que segmento de mercado pertence (38).

O uso dessas duas técnicas fornece valiosos resultados sobre o direcionamento do produto, no caso específico do café, permite a relação com os diferentes segmentos de mercado e também permite prever o comportamento dos consumidores e de novos indivíduos frente às suas características, permitindo então entender os principais fatores que motiva o consumo do produto café e suas variedades (38); (39); (40); (41).

CONSUMO DE CAFÉ

É histórico na cultura Brasileira o consumo do café tradicional e estudiosos afirmam que essa realidade pode estar associada ao baixo custo e à ampla disponibilidade no varejo, porém esse cenário está se modificando, onde o consumidor brasileiro está se adaptando a um novo tipo de café (42).

O consumo de café pode estar diretamente ligado à disponibilidade de diferentes qualidades como, por exemplo, designações de “extrafortes”, “tradicionais” e “especiarias gourmet”. Além de apresentarem na forma de pó (moído), em cápsulas, torrefação especial, liofilizada e solúvel (instantâneo) (43).

A proporção do consumo de café pela população do país chega a ser em torno de 80% do café em pó e moído, e os métodos de extração e preparação da bebida variam significativamente de uma região e outra (1). Porém, ainda segundo os dados da Associação Brasileira de Café (ABIC), em 2017 houve um aumento de preço pouco menos acentuado do que o observado no ano de 2016, de tal forma, firmou-se um cenário mais propício aos produtos de melhor qualidade.

Segundo então as tendências de mercado, os tipos e variações do café, há um crescimento no período de 2017 a 2021 de 4,3% de café torrado, 3,3% de café em pó e 9% de café em cápsulas. De tal forma, a tendência reflete o aumento no consumo por cafés especiais de categoria superior ao café tradicional, moído e em grão (1). Porém, apesar do aumento no consumo de café especial, é o café torrado e moído que segue como o produto de maior impacto nos faturamentos (44).

Deste modo, analisar a diversidade do café junto ao comportamento do consumidor, com base nas estruturas de atributos, consequências e valores se faz então extremamente importante para compressão das cadeias dominantes, marcas e influências de consumo, bem como sua tomada de decisão no momento da escolha e compra (45).

ESTUDOS DO PERFIL DE CONSUMIDORES DE CAFÉ

No Quadro 1, foi realizado um levantamento e selecionados alguns estudos que abordam sobre o perfil dos consumidores de café e suas preferências ao analisarem as opções oferecidas.

Quadro 1: Estudos do perfil de consumidores de café.

Autor	Estudo de consumo de café
Gandia <i>et al.</i> (46)	Analisa o comportamento do consumidor com base nas estruturas de atributos, consequências e valores identificados pelos consumidores de bebidas obtidas a partir de cápsulas.
Ferreira <i>et al.</i> (47)	Visa detectar os atributos, consequências e valores individuais dos participantes em relação ao consumo de café tradicional no Brasil.
Domingues <i>et al.</i> (48)	Conhecer as percepções, opiniões, preferências e objeções dos consumidores em relação ao consumo do café e também identificar possíveis mudanças nos hábitos de compra e de consumo decorrentes da pandemia, entre 2020 e 2021.
Stocker <i>et al.</i> (49)	Analisar e hierarquizar as variáveis, (qualidade, sabor/aroma), preço, marca e selo de pureza que mais influenciam o consumidor em sua decisão de compra do café.
Silva <i>et al.</i> (50)	Obter dados referentes ao perfil de demanda dos consumidores de café em relação à apresentação e suas embalagens, origem e qualidade, assim podendo contribuir com as empresas para atenderem melhor seus clientes.

Os consumidores do café são analisados comparativamente de acordo com o comportamento de consumo (estrutura de atributos, consequências e valores que os identificam) para compreender a possível relação entre os atributos do comportamento do consumidor de cada marca e as influências do consumo moderno (46).

Em sua pesquisa Ferreira *et al.* (47), teve como objetivo identificar as relações entre atributos, consequências e valores pessoais dos consumidores de café no Brasil, onde os resultados demonstraram que os valores pessoais terminais são: prazer, cultura, união, qualidade de vida, autorrealização e identidade regional. Sendo os atributos concretos (preço, marca, cor da bebida, oferta/promoção e região onde foi produzido) a base para atingir estes valores pessoais.

No entanto, o sabor, o aroma e a qualidade (atributos abstratos) são atributos importantíssimos para atingir a satisfação plena do consumidor de café. Interligados proporcionam o valor instrumental (confraternização) que nos remete à festa, e ao valor instrumental (prazer), que é a satisfação plena de uma vontade. Bem como a consequência funcional (paladar) e a psicológica (ritual/hábito) relevantes para chegar aos valores pessoais identificados (47).

Domingues *et al.* (48), realizou uma pesquisa durante a pandemia (2020-2021) para coletar dados que mostrem o consumo das pessoas durante o isolamento social e permanência em suas residências. Dados mostram que em 2021, houve uma diminuição de 5% dos não consumidores e 45% das pessoas questionadas, afirmaram que consomem de 3 a 5 xícaras por dia.

Algumas das motivações citadas pelos entrevistados foram: Melhorar o humor e a disposição; ritual, prazer e bem estar; momento para pausa, reflexão e paz; degustar e saborear a bebida; oportunidade de interação com pessoas. Assim, com a pandemia, o café deixou de ser uma oportunidade de interação com as pessoas e se tornou um momento de pausa, reflexão e paz (48).

Pode-se notar que o café não é apenas a bebida mais consumida no Brasil, depois da água, mas que continua sendo a bebida mais apreciada. O consumidor continua demonstrando que tem uma relação emocional e afetiva com o produto e que a experiência de beber café é um dos prazeres da vida, além de uma forma de melhorar o humor e a disposição (48).

Ao analisar os resultados de sua pesquisa, Stocker *et al.* (49) concluiu que o critério de qualidade tem o maior impacto na decisão de compra, enquanto preço, marca obtiveram efeitos parecidos, apresentando uma pequena variação em diferentes métodos de análise, e finalmente, o selo de pureza é um preceito com pouca relevância.

No estudo apresentado por Silva *et al.* (50), os resultados obtidos mostram que os consumidores estão preocupados e demandam embalagens mais atraentes e adequadas a manter a qualidade do produto, querem saber sobre a origem e forma de produção e tem conhecimentos dos programas de certificação de qualidade e origem de cafés e afirmaram pagar acima do valor de mercado por um produto com o selo de certificação.

CONCLUSÕES

Com o presente estudo foi possível observar que a bebida café desde os tempos passados até a atualidade é fortemente apreciada nos lares, trabalhos e demais convívios sociais criando oportunidade de interação entre as pessoas e trazendo fortes laços afetivos e culturais.

Através dos métodos de análise sensorial, utilizando diversos provadores e considerando a diversidade do produto é comprovado como os consumidores da bebida apreciam a qualidade e a variação do mesmo.

Portanto, concluímos que a bebida tende a se manter firme no mercado e principalmente no paladar dos brasileiros, e que além da qualidade outro motivo de escolha considerando sua diversidade é o preço do produto, sendo o café torrado e moído o mais acessível ao consumidor. Espera-se futuros novos alimentos à base do produto café.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e ao Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT) pelo suporte institucional. Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à plataforma Carlos Chagas e ao programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

1. ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café [Internet]. ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café; 2017 [acesso em 2021 Nov 29]. Disponível em: <https://www.abic.com.br/certificacoes/qualidade/>
2. ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café [Internet]. ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café; 2018 [acesso em 2021 Nov 29]. Disponível em: <https://www.abic.com.br/certificacoes/qualidade/>
3. Vegro CLR, Almeida LF de. Chapter 1 - global coffee market: Socio-economic and cultural dynamics. 2020. In L. F. de Almeida & E. E.
4. Arruda AC, Minim VPR, Ferreira MAM, Minim LA, Silva NM da, Soares CF. Justificativas e motivações do consumo e não consumo de café. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2009; 29(4), 754–763.
5. Carapito T.A.E. Estudo da Dimensão das Partículas de Café Encapsulado Através de Difração a Laser: Caracterização Físico-química e Organoléptica dos Produtos Finais, Dissertação de Mestrado, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, p. 93; 2018.
6. Oliveira AS, Souki GQ, Gandia RM, Boas LHBV. Coffee in capsules consumer's behaviour: a quantitative study on attributes, consequences and values. *Foundation for Science and Technology through project UIDB/2020*.
7. Tariq A, Wang C, Tanveer Y, Akram U, Akram Z. Organic food consumerism through social commerce in China. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*. 2019; Vol. 31 No. 1, pp. 202-222.
8. Sultan P, Wong HY, Sigala M. Segmenting the Australian organic food consumer market, *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*. 2018; Vol. 30 No. 1, pp. 163-181.
9. Corso M, Kalschne D, Benassi M. Consumer's Attitude Regarding Soluble Coffee Enriched with Antioxidants. *Beverages*. 2018; 4, 72.
10. Sá FB de. O comportamento do consumidor de café: um estudo no município de Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado Profissional em Administração) Centro Universitário UNA, Belo Horizonte, MG; 2013.
11. CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira: Café [Internet]. 2021 [acesso em 2022 Jan 29]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>
12. Grão Gourmet - Conheça os tipos de grãos de café [Internet]. Grão Gourmet; 2021 [acesso em 2022 Jan 29]. Disponível em: <https://www.graogourmet.com/blog/conheca-os-tipos-de-graos-de-cafe/>
13. Boaventura PSM, Abdalla CC, Araujo CL, Arakelian JS. Cocriação de valor na cadeia do café especial: O movimento da terceira onda do café. *RAE-Revista de Administração de Empresas*. 2018; Vol. 58 No. 3, pp. 254-266.

14. Baracat MS. Uma Abordagem Sobre a Qualidade da Bebida Café [Internet]. 2020 [acesso em 2022 Fev 10]. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/13544/TFC_EAG_26102020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
15. Santos WWV, Elias AMT, Donato MVLC, Medeiros ALT, Barros DN, Silva MÊS, Silva SP. Influência das condições de torra e do processo extrativo em blends de café. *Braz. J. of Develop.* 2020; 6-.25079-25092.
16. Junqueira NMD, Garcia AO. Aceitabilidade de bebidas do café com diferentes classificações quanto à qualidade global (tradicional, superior e gourmet) e avaliação dos hábitos de consumo. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Araxá, Minas Gerais, 2011.
17. SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento Resolução SAA 19, de 05/04/2010. Norma de Padrões Mínimos de Qualidade para Café Torrado em Grão e Torrado e Moído – Característica: Café Tradicional. São Paulo, 2010.
18. SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento Resolução SAA 30, de 22/06/2007. Norma de Padrões Mínimos de Qualidade para Café Torrado em Grão e Torrado e Moído – Característica Especial: Café Superior. São Paulo, 2007a.
19. SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento Resolução SAA 31, de 22/6/2007. Norma de Padrões Mínimos de Qualidade para Café Torrado em Grão e Torrado e Moído – Classificação Especial: Gourmet. São Paulo, 2007b.
20. Ribeiro J. Prova de xícara [Internet]. *Revista ADEGA*; 2010 [acesso em 2022 Fev 9]. Disponível em: https://revistaadega.uol.com.br/artigo/prova-de-xicara_1752.html
21. Pereira L, Soares CW, Carvalho GR, Schwengber TCC, Luiz H, Bozzi P, et al. O Efeito da Interação Entre Provadores no Momento da Degustação de Cafés Especiais [Internet]. 2015 [acesso em 2022 Fev 9]. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio9/103.pdf
22. Grancieri DD, Paulo J, Marcate P, Moreira T, Carvalho GR, Moreli A, et al. Consistência de Q-Graders na Análise Sensorial de Cafés com Diferentes Perfis de Torra [Internet]. 2019 [acesso em 2022 Feb 9]. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12525/528-3100-1-PB_X-SPCB-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
23. Torga GN, Spers EE. Perspectives of global coffee demand. *Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil*. Woodhead Publishing, Duxford, CB. 2020; pp. 21-49.
24. Calegar LP, Barbosa J, Marodin GA, Fettermann DC. A conjoint analysis to consumer choice in Brazil: Defining device attributes for recognizing customized foods characteristics. *Food Research International*. 2018; v. 109, p. 1-13.

25. Lawless H, Heymann H. Avaliação Sensorial de Princípios e Práticas da Ciência dos Alimentos. Capítulo 1, 2ª Edição, Ithaca, Nova York. 2010.
26. De Paula IQ, Ferreira EB. Análise sensorial de alimento: uma comparação de testes para a seleção de potenciais provadores. Caderno de Ciências Agrárias. 2019; v. 11, p. 1-8.
27. Jervis MG, Drake MA. The use of qualitative research methods in quantitative science: A review. Journal of Sensory Studies. 2014; 29, 234–247.
28. Kerr G., Kelly L. Travel insurance: the attributes, consequences and values of using travel insurance as a risk-reduction strategy. Journal of Travel and Tourism Marketing. 2019; Vol. 36 No. 2, pp. 191-203.
29. Huang L, Mou J, See-To EWK, Kim J. See-To Consumer perceived value preferences for mobile marketing in China: a mixed method approach. Journal of Retailing and Consumer Services. 2019; Vol. 48, pp. 70-86.
30. Park H, Vandekerckhove W, Lee J, Jeong J. Laddered motivations of external whistleblowers: the truth about attributes, consequences and values. Journal of Business Ethics, pp. 1-14.2018. cerveja vendido [dissertação]. Trabalho de conclusão de curso. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2019.
31. Fabbrizzi S, Marinelli N, Menghini S, Casini L. Why do you drink? A means-end approach to the motivations of young alcohol consumers. British Food Journal. 2019; Vol. 19 No. 8, pp. 1854-1869.
32. Barrena R, Garcia T, Sanchez M. The effect of emotions on purchase behaviour towards novel foods”, An Application of Means–End Chain Methodology”Agrekon. 2017; Vol. 56 No. 2, pp. 173-190.
33. Donoghue S. Projective techniques in consumer research. Journal of Family Ecology and Consumer Sciences. 2000; 28, 47–53.
34. Sass CAB, Kuriya S, Da Silva GV, Silva HLA, Da Cruz AG, Esmerino EA, Freitas MQ. Completion task to uncover consumer's perception: A case study using distinct types of hen's eggs. Poultry Science. 2018; 97, 2591–2599.
35. Sales YJD, Corrêa FJB, Filho ERT, Soares PTS, Durço BB, Pagani MM, et al. Insights of Brazilian consumers' behavior for different coffee presentations: An exploratory study comparing hard laddering and completion task. Instituto de Tecnologia (IT). Journal of Sensory Studies. 2020.
36. Dondoni LC, Anzanello MJ. Aplicação de técnicas multivariadas na gestão do volume de cerveja vendido [Internet]. [acesso em 2022 Fev 10]. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/201417/001104801.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

37. Bordin RB. Características comportamentais e excesso de peso em escolares do ensino fundamental: uma análise de cluster. 2018.
38. Santana AC de, Santana AL de, Santana AL de, Santos MAS dos, Oliveira CM. Análise discriminante múltipla do mercado varejista de açaí em Belém do Pará. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2014; v. 36, p. 532-541.
39. Hair Jr. JF, Babin B, Money A, Samouel P. Mensuração e Escala. *Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração*. 2005a; pp. 174–210. Porto Alegre: Bookman.
40. Mingoti SA. Análise Discriminante. Análise de Dados através de Métodos de Estatística Multivariada: uma abordagem aplicada. 2005; pp. 213–256. Belo Horizonte: Editora UFMG.
41. Sueyoshi T, Goto M. Methodological comparison between DEA (data envelopment analysis) and DEA-DA (discriminant analysis) from the perspective of bankruptcy assessment. *European Journal of Operational Research*. 2009; 199(2), 561–575.
42. Alves JJ. Café A, De Qualidade B. Universidade Federal de Uberlândia - Ufu Faculdade de Engenharia Química –Fequi [Internet]. Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos; 2019 [acesso em 2022 Fev 10]. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/25554/3/Caf%c3%a9BrasileiroQualidade.pdf>
43. Giacalone D, Degn TK, Yang N, Liu C, Fisk I, Münchow M. Common roasting defects in coffee: Aroma composition, sensory characterization and consumer perception. *Food Quality and Preference*. 2019; 71, 463–474.
44. ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café [Internet]. ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café; 2020 [acesso em 2021 Nov 29]. Disponível em: <https://www.abic.com.br/certificacoes/qualidade/>
45. Gummerus J. Value creation processes and value outcomes in marketing theory: strangers or siblings? *Marketing Theory*. 2013; Vol. 13 No. 1, pp. 19-46.
46. Gandia RM, Sugano JY, Boas LHBV, Mesquita DL. Beverage capsule consumption: a laddering study. *British Food Journal*, 2017.
47. Ferreira JB, Bassotto LC, Junior LGC. Atributos, valores e comportamento de consumo de café tradicional no Brasil. *Espacio Abierto*. 2020; v. 29, n. 4, p. 294–313.
48. Domingues R, Pereira SP, Bacic MJ. Pesquisa - Café, Hábitos e Preferências dos Consumidores em 2021 - Efeitos da Pandemia [Internet]. Axxus.institute2021; [acesso em 2022 Jan 21]. Disponível em: <https://axxus.institute/web-coach/cafe-habitos-preferencias-dos-consumidores-2021.html>

49. Stocker F, Gushiken BK, Horikawa K, Permagnani GR, Komesu HK, Higa VK. Análise multicritério na decisão de compra: estudo do comportamento do consumidor de café / Multicriteria analysis in purchasing decision: study of coffee consumer behavior [Internet]. Brazilian Journal of Development; 2019 [acesso em 2022 Fev 9]. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3498/3321>
50. Silva TM, Franco Jr KS. Demanda dos consumidores finais de café torrado e moído [Internet]. Sbicafeufvbr; 2018 [acesso em 2022 Fev 9]. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/11686>

Capítulo 14

doi.org/10.53934/9786599539664-14

CARACTERÍSTICAS DO CONSUMO DE EXTRATO AQUOSO DE TANSAGEM (*PLANTAGO MAJOR L.*) NO BRASIL

Tahis Regina Baú *; Danielle Cristina Barreto Honorato Ferreira 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: tahis.bau@ifsc.edu.br

Resumo:

Plantago major é uma espécie amplamente distribuída no Brasil, onde é conhecida popularmente como tansagem. Esta planta possui ação antioxidante, adstringente, digestiva, entre várias outras, decorrentes da presença de compostos bioativos. Este estudo teve como objetivo caracterizar o consumo de extrato aquoso de tansagem (*Plantago major L.*). Para isso, foi aplicado um questionário composto por questões descritivas e de múltipla escolha que visaram identificar: hábito de consumo de chá, conhecimentos a cerca da tansagem e consumo do chá de tansagem. O questionário foi disponibilizado em plataformas *online*. Os resultados evidenciaram que a maior parte dos entrevistados (81,9%) conhece a planta *Plantago major L.* (tansagem). No entanto, 50,6% dos entrevistados responderam que não possuem o hábito de consumir chá de tansagem, embora a maior parte relatou ser consumidor de diversos tipos de chás (96,4%). Dentre os entrevistados que responderam ser consumidor de chá de tansagem (44%), estes relataram que o consumo ocorre poucas vezes ao ano. Sobre a forma de obtenção do chá de tansagem, 36% dos participantes disseram que a coleta (36%) da planta ocorre em casa, logo o preparo do chá se dá a partir da folha fresca (24%). E apenas 9% dos participantes relataram que compram os chás de tansagem desidratados e secos, a granel ou embalados. Assim sendo, conclui-se que o chá de tansagem ainda é pouco consumido e que o seu maior consumo ainda ocorre de forma caseira, havendo assim potencial para a maior ampliação, divulgação e aplicação na indústria de alimentos deste produto.

Palavras-chave: Chá; compostos bioativos; perfil do consumidor; alimentos.

INTRODUÇÃO

O chá é uma das bebidas mais consumidas no mundo, haja vista os seus atributos sensoriais, fatores socioculturais e principalmente por sua fonte de compostos fenólicos (1, 2,3). Desta forma, estudos indicam que este último aspecto tem promovido o aumento no consumo de chás, por possivelmente estar associado à redução dos riscos de doenças cardiovasculares, câncer, entre outras (4,5).

No entanto, as pesquisas ainda são insatisfatórias para a aprovação da eficiência e segurança no uso dos chás como medicamentos fitoterápicos. Embora a Organização Mundial de Saúde (OMS) revele que cerca de 70 a 80% da população de países em desenvolvimento utilize os chás obtidos a partir das plantas medicinais como cuidados primários em casos de saúde debilitada. (6).

A *Plantago major L.* é uma planta da família *Plantaginaceae* conhecida popularmente como tansagem, sendo originária do Norte da Europa e Ásia Central. Por ser de fácil adaptação, encontra-se espalhada por todo o mundo (7).

Os benefícios da *Plantago major* são reconhecidos em todo o mundo há centenas de anos, visto que ao longo da história humana, a população busca recursos naturais para melhorar o bem-estar e tratar doenças. Desta forma, diversos benefícios vêm sendo atribuídos à ação de compostos bioativos encontrados na folha da tansagem (8). Estudos indicam que tansagem apresenta atividade antimicrobiana (9,10,11), antioxidante (12,13, 14), anti-inflamatória (14,15) e citotóxica (9,16), sendo utilizada na medicina popular brasileira principalmente como diurética, antidiarreica, expectorante, hemostática e cicatrizante, podendo também ser utilizada contra infecções das vias respiratórias superiores (faringite, amigdalite, estomatite), bronquite crônica, entre outras aplicações (6, 17).

A população utiliza várias espécies vegetais para a preparação de chás. Entretanto, não há relatos na literatura a cerca do mapeamento sobre o consumo da tansagem, bem como o conhecimento, suas formas de utilização, importância e aplicação desta planta para a população. Como as folhas da *Plantago major* possuem compostos fenólicos, isso significa que pode ser uma matéria-prima para ampla exploração e aplicação na indústria de alimentos. Uma vez que possui potencial efeito positivo à saúde humana e, além disso, possui facilidade no cultivo e produção.

Portanto, o objetivo deste estudo foi caracterizar o consumo de extrato aquoso de tansagem (*Plantago major L.*).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo consistiu na elaboração de um questionário, via plataforma *Google Forms*®, para a caracterização qualitativa e quantitativa sobre o consumo da *Plantago major L.* (tansagem). O questionário foi composto por questões de múltipla escolha e descritivas, as quais abordaram: hábito de consumo de chás, conhecimentos sobre a tansagem, consumo da tansagem como chá, aspectos gerais sobre o conhecimento dos entrevistados sobre a tansagem e a sua utilização. O questionário foi disponibilizado em plataformas *online* entre os meses de outubro de 2020 a fevereiro de 2021, após aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CAAE: 37779620.2.0000.5592).

Devido ao questionário ter sido aplicado em contexto pandêmico, a pesquisa foi desenvolvida utilizando questionários individuais, aplicados pelo próprio pesquisador. As pessoas foram convidadas a participar da pesquisa por meio das redes de contato dos pesquisadores envolvidos no projeto, utilizando e-mail e redes sociais. Participaram da coleta de dados 166 pessoas, que inicialmente foram informados sobre o objetivo da pesquisa

e tiveram acesso ao termo de consentimento livre e informado, podendo optar por não participarem da realização desta pesquisa. Os dados coletados foram obtidos em planilhas do *Microsoft Office Excel®* e os resultados apresentados em percentual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil dos entrevistados

O questionário foi aplicado a 166 participantes, sendo a maioria identificada como do gênero feminino (74,7 %) (Figura 1A). Dos entrevistados, 37,9 % encontravam-se na faixa etária de 30 a 39 anos, 30,7 % na faixa etária de 18 a 29 anos, 14,5 % na faixa etária de 50 a 59 anos e 13,3 % na faixa etária de 40 a 49 anos (Figura 1B).

Em relação à escolaridade 54,2 % dos participantes apresentam pós-graduação, 22,3 % apresentam graduação e 15,7 % apresentam ensino médio completo (Figura 1C). Os dados revelam que 89,8 % dos participantes residem em zona urbana e 10,2 % em zona rural (Figura 1D).

Sobre o consumo do chá, cerca de 96,4 % dos participantes consomem qualquer tipo de chá (Figura 1E) e em relação à frequência de consumo dos participantes, 47 % consomem semanalmente, 22,3 % consomem algumas vezes ao mês, 16,9 % consomem diariamente, 13,3 % algumas vezes ao ano e 0,5 % consomem apenas quando estão doentes (Figura 1F).

Em relação aos estados que os participantes residiam 92 % eram de Santa Catarina, 5 % no Paraná, 2 % eram do Rio Grande do Sul, 1 % do Mato Grosso e 1 % do Rio de Janeiro. Participaram da pesquisa 166 pessoas, sendo que o previsto inicialmente era 150 pessoas. Isto ocorreu devido a pesquisa ser realizada de forma *online* e, embora tenha sido enviada individualmente aos participantes, possivelmente ocorreu o envio do formulário entre alguns participantes.

Sobre a temperatura que os participantes costumavam a consumir o chá, 57 % dos participantes respondeu que costuma beber o chá quente, 40 % dos participantes consomem o chá quente ou frio, 1 % dos participantes consomem o chá morno ou frio, 1 % dos participantes consomem somente o chá frio e 1 % consomem somente chá morno.

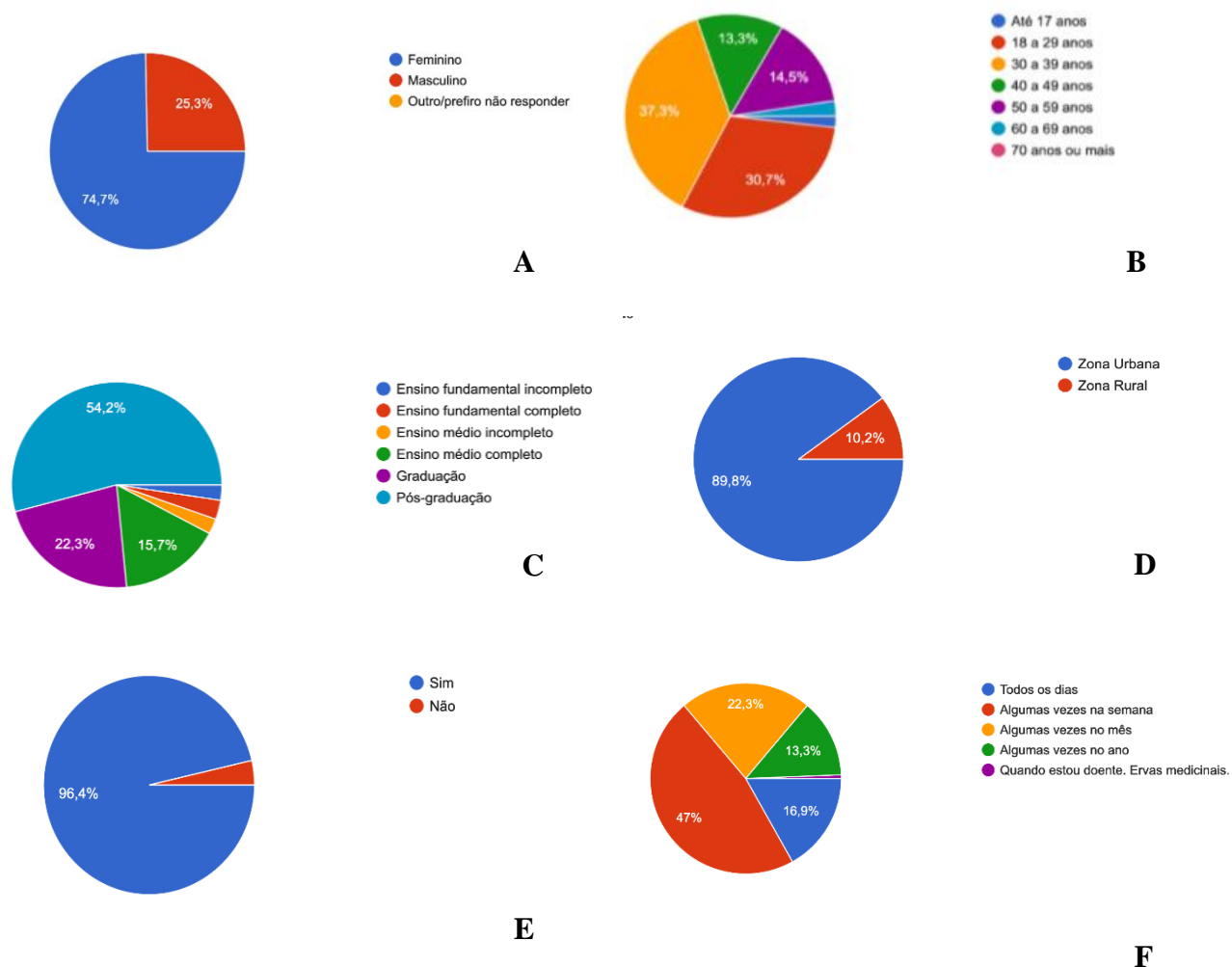


Figura 1- Perfil dos participantes da pesquisa (A: Gênero dos participantes; B: Faixa etária; C: Escolaridade; D: Local Onde Reside; E: Consumo de chá; F: Frequência do Consumo de Chá.)

Consumo de tansagem

No que diz respeito ao conhecimento da planta *Plantago major* L. (tansagem), 81,9 % dos participantes da pesquisa informaram que conhecem esta planta e 18,1 % afirmaram não conhecê-la (Figura 2).

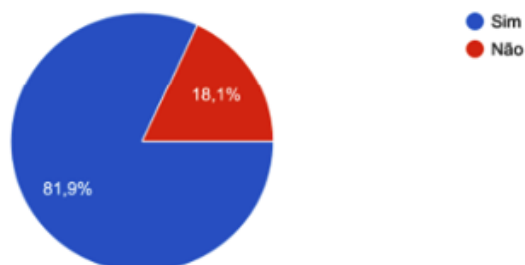


Figura 2- Conhecimento das pessoas em relação à planta *Plantago major* L.

Quanto à frequência de consumo da planta, 38,55 % (64 pessoas) consomem-na poucas vezes ao ano, 14,46 % (24 pessoas) consomem poucas vezes ao mês, 1,20 % (2 pessoas) poucas vezes na semana e 45,78 % (76 pessoas) não utilizam a planta. Sabe-se que a tansagem é conhecida desde os tempos antigos, com o intuito de tratar uma grande quantidade de doenças (8), no entanto, é possível observar neste estudo que o seu consumo ainda não é frequente. Alguns estudos demonstram que a tansagem possui benefícios devido à presença de compostos bioativos, tais como triterpenóides, ácidos fenólicos e flavonóides (18,19), o que podem tornar esta planta um potencial para ser utilizado na indústria de alimentos.

Em relação aos nomes populares usados para designar a planta *Plantago major* L. (Figura 3), 53,6 % dos participantes informaram que conhecem a planta pelo nome de tansagem, 22,9 % informaram que conhecem a planta pelo nome de transagem, 9,6 % dos participantes informaram que conhecem a planta pelo nome de língua de vaca, 6,6 % informaram a conhecem a planta pelo nome de tanchagem e 19,3 % informaram que não a conhecem.

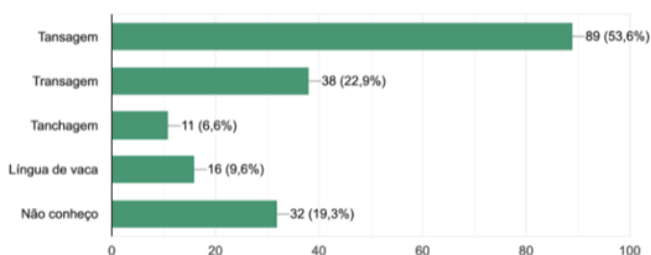


Figura 3- Nomes populares designados a planta *Plantago major* L.

Referente ao hábito dos participantes da pesquisa de consumirem o chá de tansagem (Figura 4), 50,6 % dos participantes informaram que não possuem o hábito de consumir chá desta planta e 44 % dos participantes informaram que costumam consumir este tipo de chá.

Embora, no chá preparado com folhas de tansagem esteja presente grande quantidade de compostos fenólicos (19), percebe-se que o seu consumo ainda precisa ser mais estimulado.

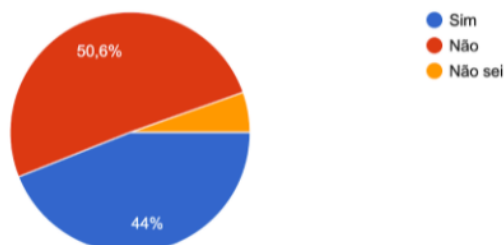


Figura 4- Hábito de consumir o chá de *Plantago major* L.

Sobre a frequência de consumo do chá de tansagem (Figura 5), 50,6 % dos participantes informaram que não utilizam este chá, 28,9 % dos participantes informaram que consomem poucas vezes no ano e 14,5 % dos participantes informaram que consomem algumas vezes no mês, os demais participantes responderam que consomem algumas vezes na semana, diariamente ou quando precisam do chá para alguma finalidade.

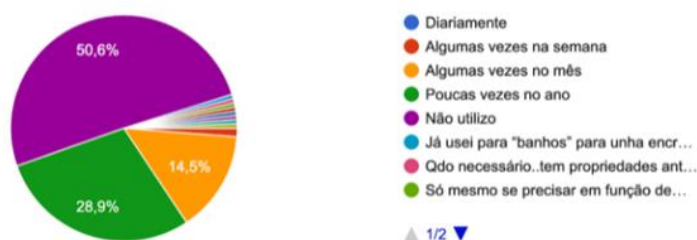


Figura 5- Frequência de consumo do chá de *Plantago major* L.

A partir dos resultados obtidos, observa-se que há um potencial para aumento do uso da tansagem, haja vista que, a maioria das pessoas afirma conhecê-la (Figura 2), mas, em contrapartida, grande parte não a consome, ou a consome poucas vezes no ano. Portanto, é de importância apresentar os benefícios que o uso da tansagem pode trazer ao organismo, para assim, despertar o interesse das pessoas em consumi-la, e conseqüentemente, auxiliar disseminando o conhecimento adquirido à outras pessoas.

Em relação a forma de obtenção do chá de *Plantago major* L. (tansagem), 48% dos participantes da pesquisa não obtém esse tipo de chá, 36 % dos participantes coletam o chá

em casa, 9 % dos participantes compram a granel ou em saquinhos e 7 % dos participantes adquirem diretamente dos produtores.

A respeito do modo como os participantes da pesquisa utilizam a planta no preparo do chá, 47 % dos participantes responderam que não utilizam a planta, 24 % dos participantes utilizam a folha fresca, 9 % dos participantes utilizam as folhas desidratadas/secas e 8 % dos participantes utilizam a folha inteira. Os demais participantes da pesquisa informaram utilizar as folhas trituradas, tanto secas quanto frescas, raízes e sementes. A maior parte dos entrevistados relatou não utilizar a planta, no entanto, no Brasil, a tansagem está distribuída em diversos domínios fitogeográficos, sendo encontrada desde o norte, até o sul do país. Crescendo espontaneamente em gramados, jardins, hortas, até mesmo em beiras de estradas (20), o que pode facilitar a obtenção da tansagem para utilização e consumo.

No que diz respeito aos motivos dos participantes consumirem o chá, 54 % dos participantes informaram que consomem o chá devido às suas propriedades medicinais como o alívio de dores, mal estar e ação anti-inflamatória, 11 % dos participantes informaram que consomem este chá devido às características nutricionais e 22 % dos participantes não conhecem ou não consomem este chá. Em relação aos demais participantes, afirmaram consumir o chá pelo sabor, por preferirem chá do que outras bebidas e por possuírem fácil acesso à planta.

A tansagem é uma planta medicinal da família *Plantaginaceae*, devido ao seu fator de grande importância para a manutenção da saúde das pessoas, tais como recursos para prevenir, aliviar, curar ou modificar um processo patológico. Algumas características desejáveis da utilização das plantas medicinais são a sua eficácia, baixo risco de uso, assim como reprodutibilidade e constância de sua qualidade (18, 21).

No que se refere à finalidade do uso do extrato da tansagem, 50 % dos participantes não consomem ou preferiram não responder, 37 % dos participantes da pesquisa informaram que consomem o chá por possuir ação anti-inflamatória, para gripes e resfriados. Os demais participantes informaram que utilizam o chá para cólicas, diarreia, pela ação diurética e para queimaduras.

Sobre o preparo do chá, 51 % dos participantes da pesquisa informaram que preparam o chá por meio de infusão com folhas secas ou frescas, outros por meio da maceração das folhas com água quente, no chimarrão e 47 % dos participantes não preparam ou não consomem o chá. De acordo com a pesquisa, 49 % dos participantes não armazenam o chá de tansagem, 21 % afirmam armazenar o chá em térmicas, em copos e jarras; armazenam sob refrigeração na geladeira ou em temperatura ambiente; os participantes costumam armazenar o chá por um tempo entre 12 horas a dois dias ou até consumirem todo o chá.

As respostas referentes a forma de preparo da tansagem para o consumo indicam que quase majoritariamente, as pessoas preparam o chá por meio de infusão, ou seja, fazem a imersão da planta em água e a consomem da forma que preferirem, quente ou frio. Vale destacar que, segundo estudo publicado pelo Ministério da Saúde, (22), as formas comumente empregadas para a obtenção do extrato da tansagem são: maceração estática e dinâmica, decocção, infusão, turbólise, percolação em aparelho tipo Soxhlet, refluxo e

extração em banho de ultrassom. Ainda, destaca-se que, na sua maioria, o método por infusão é o mais utilizado, o que se comprovou no presente estudo.

Quanto aos efeitos positivos do consumo do chá de tansagem, 56 % dos participantes da pesquisa consideram que há efeitos positivos para a saúde a partir do consumo do chá de tansagem, dentre estes efeitos foram citados: ação anti-inflamatória na bexiga, sistema reprodutor e na garganta, no sistema digestório, no aumento da imunidade, para gripes, resfriados, alívio de dores e cólicas, dentre outros efeitos. Além disso, 28 % dos participantes não sabem ou não conhecem seus efeitos, 11 % não consomem e 5% acham que não há efeitos positivos no consumo deste chá.

O fato do questionário ter sido aplicado em contexto pandêmico e de forma digital, impôs certas restrições, restringindo-se principalmente sob a faixa etária dos entrevistados, haja vista que genericamente, grupos de idades mais avançadas não possuem total acesso à plataformas *online*, reprimindo suas contribuições à esta pesquisa.

Sabe-se que a população idosa possui maior conhecimento e utilização em relação às plantas medicinais e seus benefícios. Cabe ressaltar que essa faixa etária da população apresenta maior conhecimento da utilização de chás e plantas medicinais, incluindo o chá de tansagem. Nesse sentido, evidencia-se que, uma parcela de apenas 14,5 % do total de entrevistados (Figura 1B) que responderam o questionário possui idade entre 50 e 69 anos, correspondendo ao público idoso.

CONCLUSÕES

Por meio do estudo observou-se que 81,9 % dos entrevistados conhecem a tansagem, contudo, 45,78 % não utilizam ou não sabem dos efeitos medicinais da planta. Cerca de 44 % dos entrevistados responderam que costumam consumir o chá de tansagem, na maioria das vezes, poucas vezes no ano, o que evidencia a falta de conhecimento e uso da tansagem e consequentemente, dos seus efeitos benéficos associados à saúde. Ademais, em relação à forma de uso da planta, a maioria das pessoas que utilizam a tansagem prepara-na por infusão, ou seja, fazem a imersão da planta em água quente e a utilizam para variados casos, sejam eles por questões medicinais, nutricionais ou pelo sabor.

No que diz respeito aos motivos dos participantes consumirem o chá, 54 % dos participantes informaram que consomem o chá devido às suas propriedades medicinais como o alívio de dores, mal estar e ação anti-inflamatório. Dentre os entrevistados, 36 % relataram que coletam o chá em casa e 9 % compram a granel ou em embalagens.

Pelo estudo pode-se observar que o chá de tansagem ainda é pouco consumido e que o seu maior consumo ainda ocorre de forma caseira, havendo assim potencial para a ampliação do seu mercado e maior aplicação na indústria de alimentos, bem como a melhoria da divulgação sobre os seus benefícios, visando o aumento do consumo deste produto.

Vale frisar também, que em decorrência da pandemia, o questionário foi aplicado em plataformas *online*, podendo haver implicação nos resultados obtidos, haja vista que houve determinadas imposições atípicas à coleta de dados, como por exemplo, a faixa etária correspondente aos idosos, a qual apresentou apenas 14,5 % do total de respostas, levando

em consideração que uma parcela considerável deste grupo não possui acesso às plataformas *onlines* e não puderam contribuir com suas respostas, em oposição ao público jovem que correspondeu a mais da metade da porcentagem total de entrevistados. Desta forma, cabe destacar que habitualmente pessoas idosas são associadas ao maior conhecimento sobre chás, plantas medicinais e seus afins. Portanto, se a pesquisa fosse aplicada em um cenário não pandêmico, possivelmente haveria resultados distintos dos obtidos, sobretudo no quesito de conhecimento da tansagem e seus efeitos ao organismo.

REFERÊNCIAS

1. Pérez-Burillo S, Giménez R, Rufián-Henares JA, Pastoriza S. Effect of brewing time and temperature on antioxidant capacity and phenols of white tea: Relationship with sensory properties. *Food Chem*, 2018; 248: 111-118.
2. Hilal Y, Engelhardt U. Characterisation of white tea – Comparison to green and black tea. *J. Verbr. Lebensm.*, 2007; 2: 414–421.
3. Lima VLAG, Mélo EA, Lima DE. Teor de compostos fenólicos totais em chás brasileiros. *Brazilian J Food Technol.*, 2004; 7 (2): 187-190.
4. Pastor-Villaescusa B, Rangel-Huerta OD, Aguilera CM, Gil A. A Systematic Review of the Efficacy of Bioactive Compounds in Cardiovascular Disease: Carbohydrates, Active Lipids and Nitrogen Compounds. *Ann Nutr Metab.*, 2015; 66(2-3): 168-181.
5. Rangel-Huerta OD, Pastor-Villaescusa B, Aguilera CM, Gil A. A Systematic Review of the Efficacy of Bioactive Compounds in Cardiovascular Disease: Phenolic Compounds. *Nutrients*, 2015; 7(7): 5177-5216.
6. Santos KB. Teores de compostos bioativos e capacidade antioxidante das folhas de tansagem (*Plantago major*). [Trabalho de Conclusão de Curso]. Apucarana: Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR; 2017.
7. Velasco-Lezama RV, Tapia-Aguilar R, Román-Ramos R, Veja-Avila E, Pérez-Gutiérrez MS. Effect of *Plantago major* on cell proliferation *in vitro*. *J. Ethnopharmacol*, 2006; 103(1): 36-42.
8. Adom MB, Taher M, Mutalabisin MF, Amri MS, Kudos MBA, Sulaiman MWAW, et al. Chemical constituents and medical benefits of *Plantago major*. *Biomed Pharmacother*. 2017; 96: 348-360.
9. Velasco-Lezama R, Tapia-Aguilar R, Román-Ramos R, Vega-Avila E, Pérez- Gutiérrez MS. Effect of *Plantago major* on cell proliferation *in vitro*. *J Ethnopharmacol*. 2006; 103(1):36-42.





10. Cordeiro CHG. Atividade biológica de gel dentifrício e enxaguatório bucal contendo extratos vegetais [Tese]. Araraquara: Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista; 2005.
11. Altanlar N, Çitoğlu GS, Yilmaz BS. Antilisterial activity of some plants used in folk medicine. *Pharm Biol.* 2006; 44(2):91-4.
12. Mello JC, Guimarães NSS, Gonzalez MVD, Paiva JS, Prieto T, Nascimento OR, et al. Hydroxyl scavenging activity accounts for differential antioxidant protection of *Plantago major* against oxidative toxicity in isolated rat liver mitochondria. *J Pharm Pharmacol.* 2012; 64(8):1177-87.
13. Stanisavljević IT, Stojičević SS, Veličković DT, Lazić ML, Veljković VB. Screening the antioxidant and antimicrobial properties of the extracts from plantain (*Plantago Major* L.) leaves. *Sep Sci Technol.* 2008; 43(14):3652-62.
14. Beara IN, Lesjak MM, Jovin ED, Balog KJ, Anackov GT, Orcić DZ, et al. Plantain (*Plantago* L.) species as novel sources of flavonoid antioxidants. *J Agric Food Chem.* 2009; 57(19):9268-73.
15. Huss U. Studies on the effects of plant and food constituents on cyclooxygenase-2: Aspects in inflammation and cancer [Tese]. Uppsala: Faculty of Pharmacy of Acta Universitatis Upsaliensis; 2003.
16. Chiang LC, Chiang W, Chang MY, Lin CC. *In vitro* cytotoxic, antiviral and immunomodulatory effects of *Plantago major* and *Plantago asiatica*. *Am J Chin Med.* 2003; 31(2):225-34.
17. Braz R. Contribuição ao protocolo de controle de qualidade de drogas vegetais. [Dissertação]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá-UEM; 2009.
18. Najafian Y, Hamed SS, Farshchi MK, Feyzabadi Z. *Plantago major* in Traditional Persian Medicine and modern phytotherapy: a narrative review. *Electron Physician.* 2018; 10(2): 6390-6399.
19. Schmitt CP, Stahlhöfer MM, Gruetzmann TFG. Efeito das condições de infusão sobre o teor de compostos fenólicos do extrato aquoso de folhas de tansagem (*Plantago major* L.). [Trabalho de Conclusão de Curso]. São Miguel do Oeste: Instituto Federal da Santa Catarina – IFSC; 2021.
20. Bacchi O, Leitão Filho HF, Aranha C. Plantas invasoras de culturas. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola; 1984.

21. El-Saadony MT, Zabermawi NM, Zabermawi NM, Burollus MA, Shafi ME, Alagawany M, et al. Nutritional Aspects and Health Benefits of Bioactive Plant Compounds against Infectious Diseases: A Review. *Food Rev Int.* 2021; 1.
22. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Monografia da espécie *plantago major l.* (tanchagem) [Internet]. Brasília: Ação 2005 (DAF/ SCTIE/ MS)/2012; 2014 [acesso em 16 Fev 2022]. Disponível em: http://200.214.130.94/consultapublica/display/dsp_download_arquivo.php?arquivo=219

Capítulo 15

doi.org/10.53934/9786599539664-15

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BRIGADEIROS ADICIONADOS DE NIBS DE CACAU ORIUNDOS DE LIMOEIRO DO NORTE - CEARÁ

Francielza Fernandes de Melo Silva  <https://orcid.org/0000-0002-4937-8173>;
Ingridy Luzia Silva Candido  <https://orcid.org/0000-0003-3196-6839>; Pahlevi Augusto de
Sousa  <https://orcid.org/0000-0002-7964-319>; Auriana de Assis Regis  <https://orcid.org/0000-0001-8901-0640>;
Elisabeth Mariano Batista  <https://orcid.org/0000-0001-5250-4110>; Rafael Souza Cruz  <https://orcid.org/0000-0002-0480-3367>

*Rafael Souza Cruz – Email: rafaelsouzacruz123@gmail.com

Resumo: Objetivou-se nesse estudo realizar a avaliação sensorial de brigadeiros adicionados de nibs de cacau. Foram obtidas amêndoas curadas de frutos de cacau (*Theobroma cacao* L.) oriundos do município de Limoeiro do Norte, no estado do Ceará, Brasil. Após a obtenção do nibs, realizou-se as análises centesimais de lipídios, proteínas, umidade, cinza e amido. Em seguida, foram criadas duas formulações de brigadeiro em diferentes granulometrias (grânulos grandes e pequenos), sendo utilizada a mesma formulação, com mudança apenas no tipo de grânulo. Dessa forma, foram realizadas análises de preferência (teste pareado-preferência) e de aceitabilidade dos consumidores (e o teste de características sensoriais). Em relação as análises centesimais no nibs, observou-se média de 33,73% de lipídeos, 11,22% de proteína, 2,55% de umidade, 2,78% de cinza e 0,5751% de amido. Observou-se ainda a preferência pelo nibs de menores grânulos no teste de comparação pareada e uma boa aceitabilidade no teste de características sensoriais, sendo salientado apenas a necessidade da melhora na aparência. Portanto, conclui-se que existe viabilidade na substituição do chocolate tradicional, com seu alto teor de açúcar, por um produto mais natural, sem modificação das características sensoriais, e aceitabilidade do consumidor em potencial.

Palavras-chave: produtos com chocolate; brigadeiro; cacauzeiro

INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é um fruto apreciado mundialmente com elevado poder econômico, sendo rico em teobromina e a cafeína, compostos estimulantes de funções orgânicas, além de apresentar substâncias como carboidratos, sais minerais, vitaminas e ácidos orgânicos (1), sendo consumido constantemente na forma de chocolate (2).

Os atributos genéticos do cacauzeiro e modificações de beneficiamento podem alterar o sabor do chocolate (2; 3). Após a colheita do cacau as amêndoas são extraídas (4; 6), passando pelas etapas de cura designadas em fermentação, processo para obtenção de aroma e sabor característico do produto desenvolvido (4; 7) e secagem visando aumentar a sua conservação (8).

Existem três possibilidades de torra das amêndoas: a feita na amêndoa inteira, na amêndoa quebrada, onde os fragmentos são chamados de nibs, ou no produto moído (8). A etapa de torrefação é fundamental na obtenção das características de qualidade do chocolate, pois proporciona a diminuição dos ácidos voláteis indesejáveis, a inativação das enzimas degradantes, o desenvolvimento do aroma e da cor típicos do chocolate e a perda de água (4).

A etapa de refino é de grande importância no processamento do chocolate, pois reduz o tamanho das partículas dos ingredientes tornando-os imperceptíveis na boca durante a degustação do produto final (4).

Os principais componentes nutricionais das amêndoas de cacau são a gordura, os carboidratos e as proteínas, mas além destes contém ainda uma gama de compostos bioativos como: enzimas, vitaminas, esteróis, fosfolípidios, fibras dietéticas, minerais (K, Mg, Cu, Fe, P), metilxantinas (cafeína e teobromina) e compostos fenólicos (ácidos fenólicos e flavonoides). O cacau é a principal fonte natural de teobromina, mas em relação a cafeína quando comparado ao café, chá, produtos de cacau e chocolate, têm um conteúdo muito menor e apenas vestígios de teofilina (9; 10).

Contudo, nos últimos anos, o chocolate vem perdendo o sabor do cacau devido à quantidade de leite e açúcar que é adicionada hoje em dia. Porém, a população brasileira vem preferindo consumir produtos mais naturais (11), de modo que o paladar do consumidor está se transformando e compreende-se que o gosto do cacau vem sendo mais apreciado (12).

Neste sentido e visando estimular a valorização e a fabricação de produtos alimentícios com o sabor de cacau e a possibilidade de diminuir a adição de açúcar e gordura nos produtos achocolatados, objetivou-se com este estudo realizar a avaliação das características nutricionais e sensoriais, analisando a aceitação de brigadeiros do tipo tradicional adicionados de nibs oriundos de cacau produzidos em Limoeiro do Norte – Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das amêndoas

As amêndoas foram obtidas já curadas no município de Limoeiro do Norte, Ceará, e transportadas para o Laboratório de Frutas e Hortaliças no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), no município de Currais Novos, onde passaram por um processo de limpeza, no qual foi realizada a separação das sementes boas, aquelas as quais tiveram uma fermentação e secagem eficiente, das que estavam danificadas.

Obtenção do nibs e preparo do brigadeiro

Depois da classificação, as favas de cacau foram agitadas em chapa aquecida a mais de 100 °C recebendo calor de maneira uniforme (4). Em sequência, sucedeu o descasque das favas, utilizando como suporte peneiras e secadores, obtendo dessa maneira o nibs. Os nibs foram triturados em liquidificador industrial, com a finalidade de obter grânulos pequenos, como também de maneira manual moídos em rolos, alcançando grânulos maiores.

Após a obtenção dos grânulos, o nibs de cacau foi aplicado a uma receita de brigadeiro tradicional a base de leite condensado, margarina e achocolatado. Visando a obtenção de um brigadeiro mais saudável, foi utilizado apenas o leite condensado.

Os grãos de nibs foram armazenados após a trituração enquanto o leite condensado estava sendo preparado para o uso. O leite condensado foi colocado em uma panela inox, onde posteriormente houve a adição do nibs e homogeneização dos elementos. Para as duas formulações (grãos grandes e pequenos), a receita utilizada foi a mesma. Logo, ao atingir o ponto de brigadeiro, o produto recebeu a embalagem adequada. Os brigadeiros foram preparados com grânulos grandes (GG) e outros com grânulos pequenos (GP), semelhantes à farinha ou ao próprio chocolate em pó. Para as duas formulações (grãos grandes e pequenos), a receita utilizada foi a mesma.

Análises centesimais do nibs

Com o nibs obtido posterior à trituração foram realizadas análises centesimais no Laboratório de Química do IFRN – Campus Currais Novos, sendo elas: umidade realizada por secagem direta em estufa a 105 °C (13), cinzas por incineração (13), proteínas através do método de Kjeldahl clássico (13), lipídeos pelo método de extração direta em Soxhlet (13) adaptado para o equipamento do laboratório de alimentos e por fim amido por hidrólise ácida (14). Ressalta-se que todas as análises descritas a seguir foram realizadas em triplicata.

Análises sensorial

Além disso, a partir do brigadeiro produzido, foi realizado análise de preferência e aceitabilidade dos consumidores. Dessa forma, o teste pareado-preferência e o teste de características sensoriais (13) foram aplicadas com 40 painelistas. Foram preparadas 40 amostras de cada um dos tipos, as quais foram codificadas e distribuídas para os julgadores, sem faixa etária definida, que em sua maioria eram alunos do ensino técnico integrado da instituição. As fichas utilizadas para a apresentação das amostras aos painelistas seguiram com os seguintes atributos: aparência; odor e aroma; textura; sensação bucal; sabor e gosto e comentários.

Os dados obtidos foram tabulados utilizando-se o programa Microsoft Wordl® 2010, organizados em tabelas para melhor compreensão das informações, avaliados e discutidos conforme a literatura pertinente ao tema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises centesimais do nibs

As análises de composição centesimal são encontradas na tabela 1, onde é possível observar os teores obtidos para os parâmetros de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e amido respectivamente. Tabela 1 – Valores obtidos da composição centesimal dos nibs de cacau.

Análise	R. 1	R. 2	R. 3	\bar{X}	s	CV
Umidade	2,72%	2,14%	2,80%	2,55%	0,36021	14,126
Cinzas	2,88%	2,60%	2,87%	2,78%	0,02525	0,908
Proteínas	11,77%	10,24%	11,64%	11,22%	0,84832	7,561
Lipídeos	33,94%	33,83%	33,43%	33,73%	0,20721	0,214

Amido	0,5919%	0,5683%	0,5651%	0,5751%	0,01437	0,026
-------	---------	---------	---------	---------	---------	-------

* R1, R2 e R3 = Repetições; \bar{X} = média; s = desvio padrão; CV= coeficiente de variação.

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

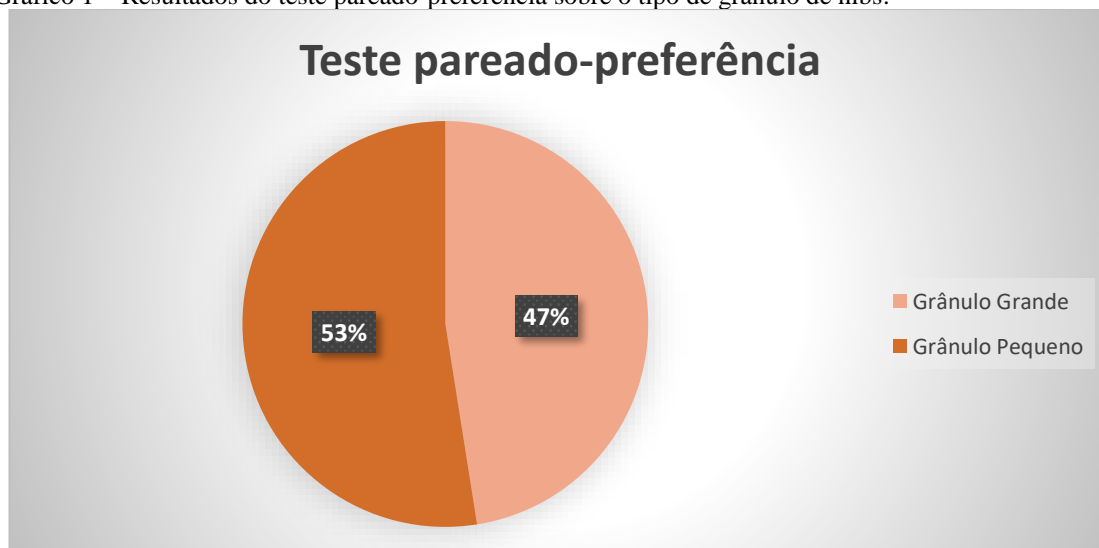
Em seus estudos (15) avaliando o efeito da torração em amêndoas de cacau, observou teores de umidade próximo os observados no presente trabalho com média de 2,79%. Em relação às cinzas, os resultados alcançados na referida pesquisa foram inferiores aos encontrados no presente trabalho, com média próximo de 1%. Já para os teores de proteínas e lipídeos, os resultados estão próximos, com média alcançada de 12,4 e 33,45, respectivamente.

Os lipídeos são substâncias químicas importantes ligadas ao sabor, cor e textura, são propriedades que tornam os alimentos mais desejáveis. Durante os processos industriais, os lipídeos podem sofrer transformações químicas indesejadas, como reversão, rancidez hidrolítica e rancidez oxidativa, podendo vir a afetar diretamente o produto final de acordo com o seu teor presente em determinados alimentos. Determinar e quantificar gorduras/lipídios presentes em alimentos é importante no campo de nutrição, pois auxilia a elaboração de dietas balanceadas. A determinação permite uma rotulagem nutricional mais precisa, o que permite que o consumidor fique ciente a respeito de quanta gordura está ingerindo em sua alimentação.

Análises sensoriais do nibs

O teste de preferência dos brigadeiros se encontra no gráfico 1, onde observa-se que 53% preferiram o brigadeiro com grânulos pequenos. Isso posto, a pequena diferença entre o mais aceito mostra que os dois tiveram uma boa aceitabilidade.

Gráfico 1 – Resultados do teste pareado-preferência sobre o tipo de grânulo de nibs.



Fonte: Autores (2019).

Outrossim, observou-se ainda comentários a respeito dos grânulos, conforme apresentado na tabela 2. Ressalta-se que para manter o anonimato dos avaliadores, utilizou-se de um sistema de codificação para não identificar os participantes da análise sensorial. Já para a caracterização do estudo da aceitabilidade dos nibs de cacau se deu

por meio de análises qualitativa, evidenciando na tabela 2 os comentários obtidos durante a aplicação da ficha de análise.

Tabela 2 – Comentários obtidos na análise sensorial dos nibs de cacau.

Avaliador	Comentários sobre os nibs
1	Os aromas de ambas estavam parecidos, porém a GG sua textura está mais agradável e proporciona uma surpresa ao morder os pequenos pedaços de nibs;
2	Ambos são muito gostosos, mas o GP tem consistência de brigadeiro de colher. Já o GG, tem consistência do brigadeiro enrolado;
3	Sente-se melhor o sabor do nibs no GG, porém está muito doce, como sugestão: equilibrar mais o doce;
4	Gostei do GG por ser doce no início e amargo no final, assim, dando mais vontade de comer o doce;

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Os autores Efraim et al. (2) também realizaram análises sensoriais com um dos subprodutos da fabricação do chocolate, o liquor de cacau. Assim, como no nosso caso, a maioria da população não está habituada ao consumo desses produtos e, por isso, para implementá-los na alimentação, foram necessárias adaptações, fabricando uma bebida à base de água quente, liquor e açúcar (16).

Logo, fica evidente a variação nas respostas não se tornando possível uma caracterização concreta devido a variação das respostas comentadas de seus caracteres. Entretanto, vale-se citar que uma opinião bastante recorrente é que o GP precisa de um maior cuidado na sua apresentação, pois por sua aparência diferente algumas pessoas sentiram uma certa aversão de experimentar. Além disso, pode-se notar que, quanto mais presente o sabor amargo do nibs, mais rejeição, mostrando o habitual consumo de açúcar e leite nos chocolates comercializados.

CONCLUSÃO

Portanto, pode-se observar que as análises centesimal (química) atingiram valores semelhantes aos da literatura, e que existe viabilidade na substituição do chocolate tradicional, com seu alto teor de açúcar, por um produto mais natural, sem deixar de ser aceito. Dessa forma, faz-se necessário apenas um certo cuidado na quantidade adicionado e no tamanho dos grânulos após o processamento, além disso, a comercialização do brigadeiro é viável, necessitando apenas cuidado quanto a aparência. Nessa perspectiva, vale salientar que apesar de um produto disseminado em todo o mundo, há uma certa carência de trabalhos acadêmicos sobre o nibs, sendo válido o incentivo de mais trabalhos com essa temática.

REFERÊNCIAS

1. Lima U de A. Bebidas Estimulantes: Café, chá, chocolate, erva-mate e guaraná são considerados alimentos ou bebidas estimulantes por decorrência da presença

- de alcaloides em sua composição. In: VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni (Comp.). *Bebidas não alcoólicas*. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010. Cap. 3. p. 45-50.
2. Efraim P. et al. Influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 30, p. 142-150, 2010.
 3. Medeiros ML, Lannes SCdaS. Propriedades físicas de substitutos do cacau. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 30, n. 1, p.243-253, maio 2010.
 4. Martins R. Dossiê técnico: Processamento de Chocolate. Rio de Janeiro: BTR. 2007.
 5. Santos MMN. Aproveitamento Tecnológico De Resíduos Da Cadeia Do Cacau Para Geração De Energia. [dissertação]. Centro Universitário Norte Do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus. 2016.
 6. Conab – Companhia Nacional de Abastecimento: Análise mensal: Cacau (amêndoa). Brasília: jan. 2019.
 7. Oetterer M. Tecnologias de obtenção do cacau, produtos do cacau e do chocolate. In: Oetterer M, Regitano-d'arce MAB, Spoto MHF. *Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos*. Barueri, Sp: Manole, 2006. Cap. 1. p. 1-42.
 8. Koblitz MGB. *Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade*. Grupo Gen-Guanabara Koogan. 2011.
 9. Machado E da R, Fortes JP, Franco FW, Souza RRM de, Sautter CK. Composição Fenólica E Sensorial De Cervejas Artesanais Com Adição De Nibs De Cacau. *Brazilian J Dev*. 2020;6(7):54125–35.
 10. Todorovic V. Polyphenols, methylxanthines, and antioxidant capacity of chocolates produced in Serbia. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2015; 41:137-143.
 11. Penido A. Brasileiros atingem maior índice de obesidade nos últimos treze anos. 2019.
 12. Meira JN. (Coord.). *Chocolates Gourmet: Estudo de caso*. Bahia: Sebrae. 2017:47.
 13. Instituto Adolfo Lutz. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
 14. Graf WM. et al. Determinação do Teor de Amido em Alimentos Por Hidrólise Ácida. *Zootecnia Brasil*. Goiânia, p.1-5: 2018.

15. Tórmena T. Quantificação de Furosina em Amêndoas de Cacau Por Clae: Efeito das Condições de Torração. [dissertação]. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2016.
16. Soares MS. Estudo do melhoramento do sabor de cacau (*Theobroma cacao* L.) através de ação enzimática durante a fermentação. [dissertação]. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas (SP). 2001.



BIOTECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Capítulo 16

doi.org/10.53934/9786599539664-16

PRODUÇÃO, DESAFIOS E ESTRATÉGIAS UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DE SUCOS PROBIÓTICOS FERMENTADOS DE FRUTAS: UMA REVISÃO

Gabriel Barboza da Silva ; Ester Ribeiro 

*Autor correspondente: ester.ribeiro@ufpe.br

Resumo: A demanda por produtos não-lácteos contendo probióticos tem crescido muito nos últimos anos, devido, principalmente, ao aumento na quantidade de indivíduos intolerantes à lactose, alérgicos às proteínas do leite, veganos e vegetarianos, como também, a ampliação do conhecimento sobre os benefícios desses alimentos. O aumento na procura desses produtos pode impulsionar e incentivar o desenvolvimento de novas tecnologias que amplie a produção de tais produtos funcionais. Diversos fatores podem apresentar influências no desenvolvimento das bebidas probióticas de frutas. No entanto, nos últimos anos, diferentes estratégias que visem melhorar a adequação e aumentar a atividade, estabilidade e sobrevivência das culturas probióticas nos sucos de frutas, vêm sendo criadas e/ou melhoradas. Sendo assim, este presente trabalho reuniu artigos científicos publicados em bancos de dados eletrônicos, no período de 2010 a 2020 e elaborou uma breve discussão sobre a produção de novas bebidas fermentadas de frutas; os desafios encontrados durante a produção, armazenamento e consumo desses alimentos; e as estratégias utilizadas para melhorar a sobrevivência e estabilidade dos microrganismos em sucos probióticos fermentados de frutas.

Palavras-chave: estoque refrigerado; fermentação; *Lactobacillus*; simbióticos; sucos de frutas.

INTRODUÇÃO

Atualmente, muitas pessoas buscam melhorar a saúde e bem-estar através do consumo de alimentos mais saudáveis e ricos nutricionalmente, tais como as bebidas probióticas. Os alimentos probióticos representam cerca de 60-70% dos alimentos funcionais presentes nos mercados (1). Nesse contexto, as bebidas probióticas fermentadas podem ser indicadas para o público que além de buscar a melhoria na saúde, busca novos sabores, cores, aromas e texturas. Ainda mais, os sucos probióticos fermentados de frutas são boas opções para àqueles que apresentam restrições alimentares, como os veganos, vegetarianos, intolerantes à lactose e alérgicos às proteínas do leite (2-4).

O consumo de alimentos e bebidas contendo probióticos está crescendo cada vez mais em todo o mundo (5,6), devido, principalmente, ao aumento da conscientização dos consumidores (7). Os probióticos são definidos como “microrganismos vivos, que quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro” (8).

A ingestão regular de probióticos está principalmente associada à regulação da função intestinal, melhora na digestão da lactose, estimulação do sistema imunológico e inibição de

patógenos no sistema digestivo dos hospedeiros (9), como também, na redução do colesterol sérico e em propriedades antimutagênicas, antidiarreicas e anticarcinogênicas (10).

As bebidas fermentadas são a fonte de probióticos mais consumida tradicionalmente. Entretanto, as bebidas probióticas fermentadas comercializadas são principalmente produtos lácteos (11). Já foi constatado que nos últimos anos houve um aumento considerável na quantidade de indivíduos que apresentam intolerância à lactose (12) e outras restrições alimentares, como citado anteriormente. Desse modo, faz-se necessário o desenvolvimento de novos produtos funcionais, principalmente, novas bebidas probióticas fermentadas de frutas.

Devido ao seu poder nutricional, as frutas são conhecidas por apresentar diversos benefícios à saúde humana, sendo altamente ricas em vitaminas, minerais, fibras alimentares, fitoquímicos e antioxidantes (5,13), sendo uma promissora opção para substituir os laticínios no desenvolvimento de bebidas probióticas.

O processo fermentativo é uma etapa essencial para a adequação do probiótico ao meio e melhorar o seu crescimento nas bebidas de frutas. A fermentação de sucos de frutas por bactérias probióticas pode simplificar a tecnologia e reduzir os custos da produção de sucos probióticos de frutas, sendo este um grande diferencial entre as bebidas fermentadas e não-fermentadas (14).

Diante desta nova perspectiva, em que existe pouca produção de bebidas probióticas não lácteas e também devido aos grandes desafios em todo o processo de desenvolvimento, esta revisão trata da produção de bebidas probióticas utilizando frutas e diferentes espécies de *Lactobacillus sp.*

PRODUÇÃO DE BEBIDAS PROBIÓTICAS FERMENTADAS UTILIZANDO DIFERENTES ESPÉCIES DE BACTÉRIAS PROBIÓTICAS DO GÊNERO *Lactobacillus*

Desde a sua criação, em 1901, o gênero *Lactobacillus* se expandiu ao ponto de abranger 261 espécies, aumentando a heterogeneidade tanto em aspectos genotípicos, quanto fenotípicos e ecológicos. A fim de manter o agrupamento de organismos com maior afinidade foram aplicadas diferentes técnicas para a realização de uma nova organização taxonômica das espécies (15). No Quadro 1 são apresentados os microrganismos aprovados no âmbito do registro de produtos ou como ingrediente (16), após a publicação da Resolução RDC nº 241, de 2018, com as respectivas nomenclaturas atualizadas.

Quadro 1. Nomenclatura antiga e atual de algumas espécies de *Lactobacillus* sp.

NOMENCLATURA ANTIGA	NOMENCLATURA ATUAL
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Sem alteração
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lacticaseibacillus casei</i>
<i>Lactobacillus coryniformis</i>	<i>Loigolactobacillus coryniformis</i>
<i>Lactobacillus fermentum</i>	<i>Limosilactobacillus fermentum</i>
<i>Lactobacillus gasseri</i>	Sem alteração
<i>Lactobacillus helveticus</i>	Sem alteração
<i>Lactobacillus paracasei</i>	<i>Lacticaseibacillus paracasei</i>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>
<i>Lactobacillus reuteri</i>	<i>Limosilactobacillus reuteri</i>
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	<i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i>

Fonte: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas-arquivos/Alteracao-taxonomica-de-linhagens-lactobacillus_1a-versao.pdf

A fermentação oferece uma via alternativa para a incorporação de probióticos, que é mais barata e produz sabores, aromas e texturas desejadas (11). A identificação de uma adequação de probióticos nos sucos de frutas é medida pela sua capacidade em fermentar e crescer nessas matrizes alimentícias, sendo determinada e expressa como viabilidade celular.

No entanto, a manutenção da viabilidade celular dos probióticos durante todas as etapas de processamento dos sucos de frutas ainda é difícil, uma vez que os sucos apresentam baixo pH, alta concentração de oxigênio dissolvido e quantidade insuficiente de aminoácidos e peptídeos livres (17). A viabilidade celular, portanto, refere-se à capacidade de uma célula crescer sob condições ambientais definidas (18).

Muitas frutas têm sido usadas como matrizes para fermentação láctica com bactérias probióticas, tais como: abacaxi (9,19), cajá (4), maçã (2,5), maracujá (13,20), dentre outras. Sendo assim, esta seção pretende, a partir dos resultados obtidos nos estudos utilizados nesta revisão, identificar o poder fermentativo e a atividade probiótica das bactérias do gênero *Lactobacillus*, em sucos de frutas.

Em pesquisa, Coman *et al.* (5) observaram que *L. rhamnosus* IMC 501 e *L. paracasei* IMC502 foram capazes de crescer em sucos de maçã e pêra, após 24 horas de fermentação. As duas linhagens usadas na produção dos sucos fermentados de frutas apresentaram viabilidade acima de 7 Log UFC/mL após 23 horas. Após 72 horas de fermentação, *L. rhamnosus* IMC 501 apresentou viabilidade de 8 Log UFC/mL em suco de pera e 9 Log UFC/mL em suco de maçã. Por sua vez, *L. paracasei* IMC 502 apresentou viabilidade de 8 Log UFC/mL nos sucos de maçã e pera.

Algumas condições físico-químicas possuem efeitos variados sobre a capacidade de fermentação e crescimento das bactérias durante o processamento dos sucos probióticos de frutas, conseqüentemente, influenciando a viabilidade celular. Uma das maneiras de avaliar quais condições afetam o crescimento, produtividade e viabilidade celular das bactérias probióticas é através do estudo de otimização das condições de fermentação.

Ao avaliar a otimização das condições de cultivo de *L. casei* em suco de caju, os pesquisadores observaram viabilidades celulares que variaram de 6 a 8 Log UFC/mL (10).

Segundo os autores, dentre as condições analisadas de pH e temperatura, somente a temperatura exerceu efeitos significativos estatisticamente sobre o crescimento e viabilidade celular do microrganismo durante a fermentação.

Assim como no trabalho de Pereira *et al.* (10), ao avaliar a fermentação do suco de abacaxi por *L. casei*, Costa *et al.* (9), observaram que a viabilidade celular foi influenciada pela temperatura, uma vez que, à medida que a temperatura aumentou de 30 °C para 40 °C, o crescimento de *L. casei* também aumentou. De acordo com os autores, o microrganismo apresenta característica mesófila, a qual não suporta baixas temperaturas.

Além da temperatura e do pH, a concentração de inóculo é um dos parâmetros cruciais no desenvolvimento de novas bebidas probióticas fermentadas de frutas. Farias *et al.* (13), utilizaram *L. rhamnosus* ATCC 7469 na inoculação do suco de maracujá da Caatinga e observaram uma viabilidade celular de 9 Log UFC/mL após 20 horas de fermentação. Esses resultados só foram possíveis, quando as condições de fermentação (temperatura e concentração do inóculo) foram otimizadas para 1% V/V de suspensão bacteriana e 37 °C.

Bujna *et al.* (21), investigaram as condições da fermentação láctica do suco de damasco com culturas probióticas do gênero *Lactobacillus* sp., por 24 horas. Os resultados referentes à fermentação com *L. casei* e *L. acidophilus*, indicaram uma viabilidade celular acima de 8 Log UFC/mL e uma produtividade celular de 1,5 a 1,78 Log UFC/mL.h. Isto é, ambas as espécies foram capazes de crescer no suco de damasco sem suplementação de nenhum nutriente, justificando que a matriz foi um meio adequado para a veiculação de bactérias probióticas. O suco de romã fermentado por *L. plantarum* também mostrou potencialidade como produto probiótico fermentado, visto que, após 24 horas de fermentação, foi observada uma viabilidade de 10 Log UFC/mL (12).

Os suplementos alimentares, como prebióticos, geralmente são adicionados após a fermentação dos sucos, visando investigar os efeitos desses compostos na atividade e sobrevivência das bactérias probióticas em sucos de frutas durante o estoque. Os efeitos da adição de diferentes concentrações de inulina (1% e 2%) sobre a viabilidade celular de *L. plantarum* durante a fermentação do suco misto de cenoura e laranja (3) foram investigados. Os resultados mostraram que a viabilidade do microrganismo durante a fermentação foi de 9 Log UFC/mL mesmo não havendo consumo de inulina por parte dos microrganismos probióticos. Isto é, os resultados desse estudo apontaram que a inulina não exerceu efeitos sobre os microrganismos durante a fermentação do suco misto.

Do mesmo modo, Amanda e Choo (22), avaliaram a influência da adição de prebióticos na fermentação do suco de melancia por *L. plantarum* e observaram que a adição de inulina e FOS também não exerceu efeitos no crescimento do microrganismo durante a fermentação.

Dessa maneira, as matrizes vegetais têm sido usadas como veículos de probióticos, as quais vêm apresentando resultados satisfatórios para fermentação com bactérias do gênero *Lactobacillus*, principalmente, quando em condições adequadas para o crescimento desses microrganismos.

DESAFIOS ENCONTRADOS NA PRODUÇÃO DE BEBIDAS PROBIÓTICAS FERMENTADAS DE FRUTAS

Como já mencionado, as condições de fermentação e estoque refrigerado são parâmetros cruciais para a produção de bebidas probióticas de frutas, pois condições como pH, temperatura, tipo de fruta e suplementação, podem atuar de diferentes formas sobre as

características biológicas e físico-químicas dos sucos. Segundo Andrade *et al.* (11), alguns fatores podem afetar a viabilidade das bactérias probióticas em alimentos, incluindo a linhagem probiótica usada.

De forma mais detalhada, Tripathi e Giri (7), agruparam os fatores que podem afetar a viabilidade e sobrevivência de probióticos em sucos de frutas, tornando a produção desses alimentos mais desafiadora, sendo eles: 1) Condições de fermentação (meio de fermentação, pH, acidez, temperatura e oxigênio dissolvido); 2) Ingredientes alimentares; 3) Microencapsulação; 4) Agentes protetivos; 5) Operações de processamento (Secagem, congelamento e descongelamento) e, 7) Armazenamento e condições de estoque.

No entanto, a grande dificuldade encontrada pelos autores no desenvolvimento de bebidas probióticas fermentadas de frutas foi manter a viabilidade e sobrevivência dos probióticos durante a fermentação, armazenamento e passagem pelo trato digestivo. Durante as análises dos trabalhos científicos, foram identificados três principais fatores que podem interferir na viabilidade microbiana, sendo eles: pH, tempo e temperatura do estoque.

Os sucos de frutas são naturalmente ricos em ácidos orgânicos e baixo pH (23), e durante a fermentação e estoque refrigerado, é esperado que o pH dos sucos diminuam, devido às atividades das bactérias probióticas. Em seu trabalho, Tripathi e Giri (7), citam que espécies de *Lactobacillus* são capazes de crescer e sobreviver em alimentos fermentados com valores de pH entre 3,7 e 4,3.

A depender da capacidade de tolerância às condições ácidas dos sucos, as células probióticas podem ter sua viabilidade e sobrevivência influenciada diretamente pelo pH dos sucos. Ainda mais, segundo Amanda e Choo (22), o pH é um importante indicador de crescimento microbiano e da qualidade sensorial do suco. Desse modo, em alguns casos, o ajuste do pH do meio de crescimento ou do suco de fruta, pode ser usado como um mecanismo para melhorar a adequação dos microrganismos aos sucos.

Em todos os trabalhos analisados, os sucos foram armazenados a 4 °C. Mesmo sendo um dos fatores que podem interferir na estabilidade da viabilidade probiótica, a temperatura do estoque refrigerado nem sempre apresenta efeitos negativos nas características biológicas e físico-químicas dos sucos probióticos de frutas. Com base no trabalho realizado por Dimitrovski *et al.* (14), os sucos probióticos fermentados de frutas devem ser estocados sob refrigeração, uma vez que, as baixas temperaturas do estoque refrigerado não somente poderão estender a viabilidade da cultura probiótica, como também, podem impedir que haja crescimento de outros microrganismos indesejáveis.

Assim como já apontado acima, diversos parâmetros podem influenciar a viabilidade e sobrevivência dos microrganismos utilizados na produção de bebidas probióticas fermentadas de frutas. Sendo assim, as próximas seções mostram alguns resultados obtidos pelos autores, em relação a diversos fatores que afetam as culturas probióticas em sucos de frutas, principalmente relacionados aos efeitos do estoque refrigerado, do tipo de fruta e do uso de suplementação.

EFEITOS DO ESTOQUE REFRIGERADO NOS SUCOS PROBIÓTICOS FERMENTADOS DE FRUTAS

Após estoque refrigerado, todos os trabalhos analisados nesta revisão, apresentaram viabilidade celular acima de 10^6 UFC/mL, sendo essa a quantidade mínima aceita para bebidas probióticas comerciais (18), com exceção do trabalho de Andrade *et al.* (11). Os principais resultados dos efeitos do estoque refrigerado obtidos nos estudos, estão sendo mostrados abaixo.

As bebidas probióticas fermentadas por linhagens de *L. rhamnosus* apresentaram sobrevivências que variaram de 27% (11) a 75% (5), após estoque refrigerado. Quando se analisa o emprego de *L. paracasei* em sucos de frutas, observam-se altas sobrevivências microbianas, variando de 67% (2) a quase 100% (17), após estoque refrigerado. Esses resultados apontam grande adequação das diferentes linhagens de *L. paracasei* em sucos de frutas durante o estoque.

O uso de linhagens da espécie de *L. casei* também se mostrou bastante promissor, uma vez que, as sobrevivências obtidas para esses microrganismos variaram de 71% (9) a cerca de 100% (10). No geral, as espécies de *L. casei* formam o segundo grupo de bactérias probióticas com as maiores sobrevivências ao final do período de estoque em sucos fermentados de frutas.

Por sua vez, as linhagens de *L. plantarum*, além de serem o grupo de bactérias probióticas mais usadas nos trabalhos analisados - um total de 5 trabalhos -, foi o grupo que apresentou as maiores sobrevivências. As sobrevivências obtidas para as linhagens de *L. plantarum*, variaram de 86% (12) a 129% (22). Finalizando as análises comparativas das sobrevivências dos diferentes microrganismos probióticos em sucos de frutas durante estoque, as linhagens de *L. acidophilus* apresentaram sobrevivências entre 72% (4) a 96% (19), após o término do período de estoque.

USO DE DIFERENTES TIPOS DE FRUTAS COMO MATRIZES PARA VEICULAÇÃO DE CULTURAS PROBIÓTICAS

A aplicação de culturas probióticas em produtos à base de frutas representa um grande desafio, devido às suas condições físico-químicas, como o baixo pH, baixo nível de oxigênio dissolvido e alta concentração de ácidos orgânicos. Além disso, os sucos de frutas podem conter inibidores naturais de crescimento microbiano, tais como corantes e aromatizantes, que podem estar associados à perda de viabilidade celular dos probióticos (23).

Com relação à fruta utilizada, no trabalho de Pimentel *et al.* (2), o suco de maçã se mostrou um promissor meio para incorporação de probióticos, uma vez que, a linhagem de *L. paracasei* usada na fermentação, conseguiu apresentar altas sobrevivências ao final do período de estoque refrigerado, mesmo sem suplementação com aditivos alimentares. Em contrapartida, no trabalho de Coman *et al.* (5) foram obtidas sobrevivências menores, apesar de ser utilizada uma linhagem de *L. paracasei* e suco de maçã.

Resultados semelhantes podem ser observados quando se compara os trabalhos de Pereira *et al.* (10) e Costa *et al.* (9). Utilizando-se de suco de caju fermentado por *L. casei* NRRL B442, Pereira *et al.* (10), obtiveram um valor igual a 101% para a sobrevivência após 42 dias de estoque, sem a adição de nenhum suplemento. No entanto, ao utilizar suco de abacaxi fermentado por *L. casei* NRRL B442, Costa *et al.* (9) observaram que o microrganismo apresentou sobrevivência de 71%, após 42 dias de estoque refrigerado. Esses resultados sugerem que a sobrevivência dos probióticos é dependente das condições físico-químicas das bebidas e do estoque, assim como do tipo de fruta utilizada. Todos esses fatores são de suma importância para a melhor adequação dos probióticos aos sucos de frutas.

A sobrevivência de *L. rhamnosus* ATCC 7469 em sucos de frutas durante o estoque, pareceu ser influenciada diretamente pelo tipo de fruta usada. Isto pode ser justificado, uma vez que no suco de goiaba e de maracujá da Caatinga, desenvolvidos por Andrade *et al.* (11) e Santos *et al.* (20), respectivamente, as sobrevivências foram abaixo de 60%, após 28 dias de estoque. No estudo de Coman *et al.* (5), *L. rhamnosus* IMC 501 apresentou sobrevivência

acima dos 60%, justificando mais uma vez que a depender do tipo de fruta e da linhagem usada, a adequação do microrganismo ao meio pode apresentar diferentes resultados, mesmo que sejam usados métodos de armazenamento semelhantes.

Igualmente ao que foi observado com as linhagens de *L. rhamnosus*, citado anteriormente, as sobrevivências de *L. acidophilus* aos diferentes tipos de sucos de frutas, também pareceu ser influenciado pelo tipo de fruta. Nos sucos de frutas fermentados por *L. acidophilus* foram observadas sobrevivências abaixo de 75%, com o melhor resultado sendo igual a 72% no suco fermentado de cajá (4), após 28 dias de estoque. Por outro lado, no suco de abacaxi fermentado por *L. acidophilus* armazenado por 60 dias sob refrigeração, o microrganismo apresentou uma sobrevivência de 96%. Isto é, no suco com maior tempo de estocagem, o microrganismo se mostrou altamente viável ao contrário do suco desenvolvido por Ribeiro *et al.* (4). De modo geral, foi observado que o conteúdo de compostos bioativos nos sucos, como fibras, minerais, açúcares e vitaminas, são parâmetros de grande importância para a manutenção da sobrevivência dos microrganismos, uma vez que a depender da concentração desses compostos, os microrganismos podem se comportar de maneira diferente.

Em concordância com Pimentel *et al.* (2) e Costa *et al.* (17), a incorporação de probióticos aos sucos de frutas é mais desafiador do que em produtos lácteos, uma vez que, os sucos apresentam baixa quantidade de peptídeos e aminoácidos livres, requeridos para o metabolismo de culturas probióticas, como também, as linhagens probióticas são mais sensíveis às condições ácidas dos sucos.

EFEITOS DOS DIFERENTES SUPLEMENTOS ALIMENTARES EM SUCOS PROBIÓTICOS FERMENTADOS DE FRUTAS DURANTE ESTOQUE REFRIGERADO

Visando agregar valor nutritivo, ingredientes alimentares funcionais têm sido adicionados na formulação dos alimentos probióticos. Analisando o emprego de suplementos alimentares nos trabalhos científicos, foi observado o uso de três tipos diferentes de suplementos, sendo eles: prebióticos, edulcorantes e ácido orgânico. Com a adição de suplementos aos sucos probióticos, espera-se que a viabilidade e/ou sobrevivência das células probióticas, aumente ou estabilize-se durante o período de estocagem.

Prebióticos são considerados substratos adequados para o metabolismo de microrganismos probióticos, podendo aumentar a viabilidade das culturas probióticas, bem como a estabilidade desses sucos de frutas durante o armazenamento (2).

No trabalho de Pimentel *et al.* (2), utilizando suco de maçã fermentado por *L. paracasei*, os autores observaram que quando foi adicionado oligofrutose ao meio, houve um aumento na sobrevivência do microrganismo. Segundo esses autores, a oligofrutose pode ter um efeito protetivo nas culturas probióticas por aumentar sua sobrevivência e atividade em alimentos durante o estoque. Resultados semelhantes foram observados no trabalho de Da Costa *et al.* (17), onde a linhagem bacteriana usada apresentou maiores sobrevivências em suco de laranja com oligofrutose, quando comparado ao suco sem adição deste prebiótico.

Outro prebiótico bastante usado em sucos fermentados de frutas é a inulina. Nos trabalhos em que foi utilizada a inulina como aditivo prebiótico, os microrganismos apresentaram altos valores de sobrevivência, sendo a maior igual a 136%, observada no suco de melancia fermentado por *L. plantarum* ATCC 8014 (22). Valores de sobrevivência maiores do que 100% sugerem que houve um aumento da viabilidade do probiótico, apesar da baixa temperatura de refrigeração. Entretanto, se for considerada a produtividade celular

no estoque refrigerado e na fermentação, o valor encontrado no estoque será bem menor, devido ao valor da temperatura.

Em todos os trabalhos que analisaram os efeitos da adição de inulina aos sucos probióticos de frutas, foram observadas diferenças entre as sobrevivências para os sucos com adição de inulina e sem adição de inulina. Em seu trabalho, Valero-Cases e Frutos (3), observaram que a sobrevivência de *L. plantarum* aumentou em suco probiótico fermentado de cenoura e laranja, após a adição de inulina. Conforme descrito pelos autores, a inulina apresentou-se como uma fonte de carbono disponível para *L. plantarum* durante estoque refrigerado, protegendo o microrganismo de danos celulares, através da formação de agregados em meio aquoso.

A adição de Frutooligossacarídeos, ou FOS como é mais conhecido, aos sucos probióticos de frutas, se mostrou um promissor método para aumentar a sobrevivência das bactérias probióticas, visto que, no trabalho de Amanda e Choo (22), a adição deste prebiótico favoreceu a sobrevivência dos microrganismos. Em contrapartida, Nguyen *et al.* (19) não observaram diferenças significativas entre as sobrevivências de *L. acidophilus* La5 e *L. plantarum* 299V em suco probiótico fermentado de abacaxi com ou sem FOS, após 60 dias em estoque refrigerado.

A maioria dos resultados apresentados corroboram com a ideia apresentada anteriormente, em que se espera que a viabilidade e sobrevivência dos microrganismos, aumente ou estabilize-se com a adição de prebióticos, uma vez que, esses substratos podem servir como fonte de carbono para a manutenção e prevenção das células probióticas e, contra lesões causadas pela acidez dos sucos.

O uso de ácidos orgânicos como suplementos alimentares ainda é pouco observado. No entanto, Costa *et al.* (17), observaram que *L. paracasei spp. paracasei* apresentou uma maior sobrevivência quando ácido ascórbico foi adicionado ao suco probiótico fermentado de laranja. Esse resultado sugere que o ácido ascórbico pode ser usado como suplemento alimentar com propriedades benéficas aos sucos e microrganismos probióticos.

Dependendo das condições de cada suco e do microrganismo, os aditivos podem apresentar diferentes efeitos sobre a sobrevivência dos probióticos. Isto pode ser observado com a adição de sacarose aos sucos fermentados de frutas. No trabalho de Costa *et al.* (9), as células probióticas presentes no suco de abacaxi adoçado com sacarose, apresentaram menores valores de sobrevivência em comparação ao suco não adoçado. Já no trabalho de Santos Filho *et al.* (6), a adição de sacarose ao suco de cacau fermentado por *L. casei*, favoreceu a sobrevivência do probiótico após 42 dias em estoque refrigerado, quando comparado ao suco sem sacarose.

CONDIÇÕES GASTROINTESTINAIS E SEUS EFEITOS NA SOBREVIVÊNCIA DAS CULTURAS PROBIÓTICAS EM SUCOS DE FRUTAS

O processamento das bebidas probióticas fermentadas de frutas (elaboração, estabilização e acondicionamento) e o estoque refrigerado, são marcados por diversos desafios, como já foi mencionado anteriormente. No entanto, o último e mais importante desafio encontrado no desenvolvimento de novas bebidas probióticas fermentadas de frutas, está no consumo dos alimentos. No momento do consumo das bebidas é necessário que haja níveis adequados de microrganismos probióticos, para que esses tenham atividade e estabilidade durante a passagem pelo sistema gastrointestinal.

A passagem pelo trânsito gastrointestinal é marcada por alta acidez, presença de enzimas hidrolíticas, superfícies da mucosa exposta ao oxigênio, sais biliares causando o

rompimento da membrana, competição com micróbios existentes no intestino e estresse osmótico (26). Sendo assim, alguns estudos investigaram a capacidade de sobrevivência de microrganismos probióticos sob condições gastrointestinais simuladas em sucos fermentados de frutas após ou durante o estoque refrigerado, obtendo resultados promissores.

Em pesquisa realizada por Farias *et al.* (13), com a espécie *L. rhamnosus* ATCC 7469 e suco de maracujá da Caatinga, foi observada uma viabilidade de 9 Log UFC/mL após simulação das condições gastrointestinais em pH 2,7. A sobrevivência microbiana atingiu níveis acima dos 90%, após 240 min de exposição às condições gástricas e entéricas.

Avaliando os efeitos de diferentes concentrações de inulina na sobrevivência de *L. plantarum* em suco de frutas sob condições gastrointestinais simuladas, Valero-Cases e Frutos (3), observaram que a sobrevivência do microrganismo apresentou diferenças significativas quando foi adicionada uma concentração de 1% ou 2% de inulina. Isto é, a sobrevivência, durante as simulações, foi dependente da concentração de inulina, uma vez que, quanto maior a concentração de inulina (1% e 2%), maior a sobrevivência microbiana (75% e 80%).

Nguyen *et al.* (19), avaliaram a capacidade de sobrevivência de *L. acidophilus* e *L. plantarum* sob condições gastrointestinais simuladas, em suco probiótico fermentado de abacaxi armazenados sob refrigeração por 30 ou 35 dias. Os resultados para os sucos armazenados por 30 dias, mostraram que após o tratamento com 0,3% de pepsina por 135 minutos e tratamento com 0,6% de sais biliares, os microrganismos apresentaram redução de 0,1 Log UFC/mL, em ambos os tratamentos. Nos sucos fermentados de abacaxi armazenados por 35 dias, as culturas probióticas tiveram redução em média de 1,2 Log UFC/mL.

Andrade *et al.* (11), avaliaram a sobrevivência de *L. rhamnosus* ATCC 7469, sob condições gastrointestinais simuladas em suco fermentado de goiaba com inulina e stevia. Os resultados obtidos, mostraram que a sobrevivência do microrganismo, após a simulação das condições gastrointestinais, foi de 28% para o suco armazenado por 28 dias. Segundo os autores, a diminuição na sobrevivência do suco fermentado de goiaba deveu-se ao estresse da fermentação, já que o pH final da bebida foi inferior a 4.

Ribeiro *et al.* (4), avaliaram a sobrevivência de *L. acidophilus* sob condições gastrointestinais simuladas, em suco de cajá fresco e após 28 dias em estoque refrigerado. Os resultados do estudo mostraram que *L. acidophilus* apresentou perda de viabilidade em suco armazenado por 28 dias, mas apresentou sobrevivência acima dos 98% após o período de simulação gastrointestinal. No suco fresco, a viabilidade celular do microrganismo não apresentou redução. Com esses resultados, os autores ressaltaram que mesmo com a redução estatisticamente significativa no suco fermentado de cajá armazenado por 28 dias sob refrigeração, a viabilidade celular permaneceu acima do mínimo necessário para proporcionar efeitos benéficos no hospedeiro.

Por fim, os métodos de esterilização empregados nos sucos (pasteurização e termossonicação), pareceu influenciar a sobrevivência de *L. rhamnosus* ATCC 7469 em suco fermentado termossonificado ou pasteurizado de goiaba antes e após estoque refrigerado (27). Segundo os autores, a sobrevivência do probiótico na simulação das condições gastrointestinais foi em torno de 46% para o suco pasteurizado de goiaba no tempo 0 dias e, para o tempo 28 dias, foi zero (0%). Para o suco termossonificado, a sobrevivência foi de 0%, independentemente do tempo de estoque.

A partir desses resultados foi possível elucidar o potencial probiótico de espécies do gênero *Lactobacillus* em fermentar, crescer e manter-se viável em sucos probióticos de frutas

durante a fermentação, estoque refrigerado e sob condições gastrointestinais simuladas, indicando boa adequação desses microrganismos nas matrizes alimentícias.

ESTRATÉGIAS UTILIZADAS VISANDO O AUMENTO DA SOBREVIVÊNCIA DE PROBIÓTICOS EM SUCOS FERMENTADOS DE FRUTAS

Por mais que os sucos apresentem vantagens para a veiculação dos probióticos, como a sua riqueza na concentração de nutrientes e açúcares, ainda há algumas desvantagens para a sobrevivência de probióticos em sucos de frutas. Neste sentido, visando todos os fatores que podem interferir na sobrevivência das bactérias probióticas, alguns trabalhos sugerem estratégias que podem ajudar na manutenção da viabilidade e aumentar a sobrevivência dos probióticos em sucos fermentados de frutas durante estoque refrigerado.

Foram encontradas três estratégias utilizadas para melhorar a estabilidade dos produtos probióticos e aumentar a sobrevivência dos microrganismos em estoque refrigerado. São elas: Adição de prebióticos (3,11,20), Sonicação e Termossonicação (9,27), Uso de embalagens de vidro (2).

A adição de prebióticos aos sucos probióticos de frutas pode ser uma ótima estratégia para aumentar a sobrevivência dos microrganismos durante o estoque refrigerado. Como já descrito neste trabalho, a adição de inulina em suco probiótico de laranja e cenoura (3) foi capaz de promover o aumento da viabilidade celular e sobrevivência de *L. plantarum*, durante a fermentação e estoque refrigerado. Isto pode ser justificado, uma vez que, após 24 horas de fermentação a viabilidade microbiana foi de 9,13 Log UFC/mL e, após 30 dias de armazenamento, o microrganismo em sucos probióticos suplementados com inulina apresentou sobrevivência acima de 100% (3).

Andrade *et al.* (11), avaliaram a influência da adição de inulina sobre a sobrevivência de *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 em sucos fermentados e não fermentados de goiaba, durante o estoque. Os resultados indicaram que a inulina foi capaz de aumentar a sobrevivência em 10% no suco não-fermentado e 19% no suco fermentado por *L. rhamnosus* ATCC 7469, durante estoque refrigerado.

Investigando também o uso de prebióticos, Santos *et al.* (20), analisaram sucos fermentados e não fermentados de maracujá da Caatinga por *L. rhamnosus* ATCC 7469, com adição de dois tipos de pectina: pectina extraída da farinha da casca do maracujá da Caatinga e pectina comercial. A partir dos resultados, os autores observaram que a sobrevivência de *L. rhamnosus* em suco com adição de pectina comercial e extraída foi de 73% e 60%, respectivamente, sob estoque refrigerado.

Além desses, são encontrados na literatura outros trabalhos que obtiveram resultados promissores, ao avaliarem o uso de prebióticos como alternativa para melhorar o crescimento e sobrevivência de probióticos nos sucos probióticos de frutas. Ainda mais, os prebióticos podem ser utilizados para enriquecer o conteúdo nutricional das bebidas probióticas, devido às suas importantes características funcionais.

Uma técnica de pré-tratamento de sucos probióticos, não visando o aumento direto da sobrevivência de microrganismos probióticos, mas com potencial para aumentar a vida útil e preservar os nutrientes e qualidades organolépticas de produtos à base de frutas foi adotada por Costa *et al.* (9), que observaram importantes melhorias nos sucos após o uso da sonicação. Segundo os autores, a sonicação promove a inativação de enzimas, no qual contribui para a manutenção das características de coloração, sabor e textura dos sucos probióticos de frutas. Assim como a técnica de sonicação comum, demonstrada

anteriormente, o uso combinado de ultrassom e temperaturas moderadas (termossonicação), foi empregada e avaliada no processamento dos sucos de acerola e goiaba (27).

Ao avaliarem os efeitos da termossonicação nos parâmetros de qualidade da produção de sucos probióticos de acerola e goiaba, Barros *et al.* (27) observaram que a termossonicação é um método de pasteurização efetivo na inativação microbiológica, sem causar degradação dos compostos bioativos dos sucos de frutas, mantendo a qualidade nutricional e sensorial dos produtos. Como já mencionado, os compostos bioativos naturalmente encontrados nos sucos de frutas são essenciais para o crescimento e manutenção das culturas probióticas durante o estoque refrigerado.

Desse modo, pode-se inferir que, as técnicas de pré-tratamento (Sonicção e Termossonicação), ajudam indiretamente na manutenção da viabilidade microbiana nos sucos de frutas, uma vez que, impedem a degradação dos compostos bioativos e nutrientes presentes nos sucos durante o processamento. Além disso, a inativação de enzimas, realizada pelos métodos apresentados, pode exercer efeitos positivos na sobrevivência bacteriana nos sucos de frutas durante estoque refrigerado.

Em seu trabalho, Pimentel *et al.* (2) observaram que o uso de embalagens de vidro se mostrou mais eficiente na manutenção da sobrevivência de *L. paracasei spp. paracasei*, do que a embalagem de plástico, em suco de maçã clarificada durante o estocado por 28 dias a 4 °C. Sendo assim, a utilização de embalagens de vidro é um método promissor usado para aumentar a sobrevivência dos probióticos em sucos de frutas, uma vez que, impedem a entrada de oxigênio, causando assim, menos danos oxidativos às células probióticas.

CONCLUSÕES

O uso de frutas e de seus subprodutos como matrizes veiculares para probióticos tem sido cada vez mais explorado no sentido de atender à crescente demanda por produtos não-lácteos, principalmente, em virtude do aumento no número de indivíduos intolerantes à lactose ou que apresentam restrições alimentares, como veganos e diabéticos. Com base nesta revisão, foi justificado que as frutas e seus produtos podem ser utilizados como meios de veiculação para culturas probióticas, já que em condições específicas, são ideais para o crescimento através da fermentação, tanto quanto para a manutenção das atividades biológicas e viabilidade bacteriana durante estoque refrigerado.

Diversos desafios são encontrados ao longo do desenvolvimento e produção das bebidas probióticas fermentadas de frutas. No entanto, diferentes metodologias e estratégias são necessárias e podem ser desenvolvidas para melhorar a produção e qualidade nutricional das bebidas, além de promover aumento da sobrevivência dos microrganismos nos sucos de frutas durante o armazenamento. Através dessa pesquisa nos foi permitido ter uma melhor noção acerca da elaboração de bebidas probióticas fermentadas de frutas, como também, sobre os métodos e desafios encontrados na produção de tais bebidas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Pró-reitoria de Pesquisa e Inovação da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e ao Laboratório de Bioprocessos e Bioprodutos (UFPE).

REFERÊNCIAS

1. Worku KF, Kurabachew H, Hassen Y. Probiotication of Fruit Juices by Supplemented Culture of *Lactobacillus acidophilus*. International Journal of Food Science and Nutrition Engineering. 2019; 9(2): 45-48.
2. Pimentel TC, Madrona GS, Garcia S, Prudêncio AH. Probiotic viability, physicochemical characteristics and acceptability during refrigerated storage of clarified apple juice supplemented with *Lactobacillus paracasei ssp. paracasei* and oligofructose in different package type. LWT – Food Science and Technology. 2015; 63: 415-422.
3. Valero-Cases E, Frutos MJ. Effect of Inulin on the Viability of *L. plantarum* during Storage and In Vitro Digestion and on Composition Parameters of Vegetable Fermented Juices. Plant Foods Hum Nutr. 2017; 72 (2): 161-167.
4. Ribeiro ESS, Damasceno KSFC, Dantas LMC, Azevedo WM, Leite PIP, Assis, Fd, et al. Fermented yellow mombin juice using *Lactobacillus acidophilus* NRRL B-4495: Chemical composition, bioactive properties and survival in simulated gastrointestinal conditions. PLoS ONE. 2020; 15 (9): e0239392.
5. Coman MM, Silvi S, Verdenelli MC, Cecchini C, Orpianesi C, Cresci A. Fruit and vegetable juice tested as possible probiotic beverages. AgroFOOD industry hi-tech. 2010; 21 (2): 28-31.
6. Santos Filho ALd, Freitas HV, Rodrigues S, Abreu VKGA, Lemos TO, Gomes WF, et al. Production and stability of probiotic cocoa juice with sucralose as sugar substitute during refrigerated storage. LWT - Food Science and Technology. 2018; 99: 371-374.
7. Tripathi MK, Giri SK. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. Journal of functional foods. 2014; 9: 225–241.
8. FAO/WHO. Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Córdoba: World Health Organization: 2001. p. 34.
9. Costa, MGM, Fonteles TV. Jesus ALT, Rodrigues S. Sonicated pineapple juice as substrate for *L. casei* cultivation for probiotic beverage development: Process optimization and product stability. Food Chemistry. 2013; 139: 261-266.
10. Pereira ALF, Maciel TC, Rodrigues S. Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*. Food Research International. 2011; 44: 1276–1283.
11. Andrade R, Santos E, Azoubel P, Ribeiro E. Increased survival of *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 in guava juices with simulated gastrointestinal conditions during refrigerated storage. Food Bioscience. 2019; 32: 100470.
12. Mantzourani I, Kazalos S, Terpou A, Alexopoulos A, Bezirtoglou E, Bekatorou, Plessas S. Potential of the probiotic *Lactobacillus Plantarum* ATCC 14917 strain to produce functional fermented pomegranate juice. Foods. 2019; 8 (1): 4.
13. Farias N, Soares M, Gouveia E. Enhancement of the viability of *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 in passion fruit juice: Application of a central composite rotatable design. LWT- Food Science and Technology. 2016; 71: 149-154.
14. Dimitrovski D, Velickova E. Apple juice as a medium for fermentation by the probiotic *Lactobacillus plantarum* PCS 26 strain. Annals of Microbiology. 2015; 65: 2161-2170.
15. Zheng J, Wittouck S, Salvetti E, Franz CMAP, Harris HMB, Mattarelli P, et al. A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus beijerinckii* 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. International Journal of Systematic Evolutionary Microbiology. 2020; 70 (4): 2782–2858.

16. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Alteração taxonômica de espécies do gênero *Lactobacillus* [acesso em 15 de março de 2022]. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas-arquivos/Alteracao-taxonmica-de-linhagens-lactobacillus_1a-versao.pdf
17. Costa GM, Silva JVC, Mingotti JD, Barão CD, Klososki SJ, Pimentel TC. Effect of ascorbic acid or oligofructose supplementation on *L. paracasei* viability, physicochemical characteristics and acceptance of probiotic orange juice. *LWT- Food Science and Technology*. 2017; 75: 195-201.
18. Lillo-Pérez S, Guerra-Valle M, Orellana-Palma P, Petzold G. Probiotics in fruit and vegetable matrices: Opportunities for nondairy consumers. *LWT - Food Science and Technology*. 2021; 151: 112106.
19. Nguyen BT, Bujna E, Fejete N, Tran AT, Rezessy-Szabo, Prasad R, Nguyen QD. Probiotic Beverage from Pineapple Juice Fermented with *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* Strains. *Frontiers in Nutrition*. 2019; 6 (54).
20. Santos E, Andrade R, Gouveia E. Utilization of the pectin and pulp of the passion fruit from Caatinga as probiotic food carriers. *Food Bioscience*. 2017; 20: 56-61.
21. Bujna E, Farkas NA, Tran AM, Dam MS, Nguyen QD. Lactic acid fermentation of apricot juice by mono- and mixed cultures of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. *Food Science and Biotechnology*. 2017; 27: 547-554.
22. Amanda E, Choo WS. Effect of refrigerated storage on the physicochemical characteristics and viability of *Lactobacillus plantarum* in fermented watermelon juice with or without supplementation with inulin or fructooligosaccharide. *Journal Food Processing and Preservation*. 2018; 42 (12): e13831.
23. Rezaei R, Koohsari H. Using several fruit and vegetable juices as substrates for producing non-dairy probiotic beverages. *Iranian Food Science and Technology*. 2021; 16 (6): 111-121.
24. Champagne CP, Gardner NJ. Effect of storage in a fruit drink on subsequent survival of probiotic lactobacilli to gastro-intestinal stresses. *Food Research International*. 2008; 41 (5): 539-543.
25. Fiocco D, Longo A, Arena MP, Russo P, Spano G, Capozzi V. How probiotics face food stress: They get by with a little help. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019; 60 (9): 1552-1580.
26. Barros ZMP, de Melo TLV, Silva RON, da Silva JHF, Azoubel PM, Ribeiro E. Effect of thermosonication on quality parameters and production of probiotic juices. Guarujá - SP: Editora Científica Digital; 2021.

Capítulo 17

doi.org/10.53934/9786599539664-17

BACTÉRIAS DA AMAZÔNIA COM POTENCIAL USO EM PROCESSOS FERMENTATIVOS E INDUSTRIAL

Silvia Katrine Rabelo da Silva *; **Sara Freitas de Sousa Ramos** ; **Raphael Carlos Ferrer de Santana** ; **Adrielle Leal Dias** ; **José Jeosafá Vieira de Sousa Júnior** 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: katrinerabelo@usp.br

Resumo: Enzimas microbianas têm sido alvo da indústria biotecnológica visto a ampla variedade de aplicação e a facilidade de obtenção em escala laboratorial. Dentre os microrganismos de interesse, fungos filamentosos e actinobactérias tem se destacado como fontes potenciais de diversas enzimas hidrolíticas, proteases e lipases. Ambientes pouco explorados podem abrigar uma diversidade microbiana produtora de diversos metabólitos primários e secundários de aplicação na indústria farmacêutica e de alimentos. Neste sentido, foi realizado um *screening* em um acervo de actinobactérias isoladas de ambientes diferenciados no bioma Amazônia e selecionado os isolados com potencial enzimático na produção de Caseinase, Pectinase, Amilase, Lipase e Esterase. As enzimas lipase e esterase foram produzidas pela maioria dos isolados, seguido da atividade proteolítica. Já as enzimas amilase e pectinase foram produzidas por poucos isolados bacterianos. Quanto ao potencial enzimático, apenas 9 isolados apresentaram índice enzimático inferior a 1,5, sendo três produtores de amilase, 4 produtores de caseinase, 1 produtor de lipase e 1 produtor de pectinase. O acervo bacteriano investigado é uma fonte natural importante de enzimas de aplicação industrial e pode ser matéria-prima importante para estudos futuros que descrevam as características bioquímicas e estruturais destas enzimas e suas possibilidades de aplicações na indústria de alimentos.

Palavras-chave: Actinobactérias; Enzimas; *Streptomyces*.

INTRODUÇÃO

As actinobactérias compõem um grande grupo filogeneticamente relacionado de bactérias Gram-positivas com altas concentrações de guanina – citosina (G+C) em seu DNA (1). Estas bactérias eram denominadas anteriormente como actinomicetos, pois apresentam organização filamentosa e geralmente ramificada. Esses microrganismos são encontrados em diversos ambientes, principalmente no solo, onde desempenham papel fundamental na decomposição de matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes (1, 2).

Este grupo de bactérias são consideradas uma fonte inesgotável de novos compostos de interesse biotecnológico devido à sua capacidade de produzir uma ampla variedade de metabólitos primários e secundários (3). Dentro desse grupo, o gênero *Streptomyces* se destaca por produzir a maior parte dos metabólitos secundários bioativos descritos com ação

antifúngica, antibacteriana (4), antitumoral, anti-hipertensivo, antiviral, imunossupressores, vitaminas e enzimas (5, 6).

Estudos microbiológicos descrevem a capacidade das actinobactérias em produzir diversas enzimas de interesse industrial, como amilase, lipase, esterase, pectinase, celulase (7), xilanase, quitinase e hemolisinas (8, 9). Estas enzimas têm sido empregadas em variados processos biotecnológicos, incluindo a síntese de compostos industriais, hidrólise de polímeros, processamento de alimentos, produção de bebidas, nutrição animal, indústria têxtil, couro, papel, detergentes e biorremediação de solos (10-13).

Uma série de registros do potencial enzimático de actinobactérias provenientes do solo, associadas à plantas e do ambiente marinho já foram realizados, apresentando o potencial dessas bactérias na produção das enzimas amilase (14), protease (15, 16), celulase (17), quitinase (18), queratinase (19) e xilanase (20).

As enzimas presentes no solo são predominantemente de origem microbiana, especialmente as celulases, xilanases, quitinases, amilases, pectinases, as quais atuam na degradação de diversos compostos orgânicos, na geração do húmus e mineralização de nitrogênio e fósforo. Enzimas produzidas por actinobactérias são uma importante fonte de biodegradação e apresentam ainda a capacidade de agir sobre compostos orgânicos complexos de azoto, esteróides, borrachas e parafinas (21).

As pectinases são enzimas líticas que hidrolisam compostos pécicos como pectato de cálcio e pectato de magnésio (22, 23) e têm aplicação na indústria de alimentos na produção de sucos e vinhos (24, 25), e como importante agente de controle biológico na agricultura (26, 27). Pectinases podem ser obtidas de vegetais e microrganismos, sendo que as de origem microbiana são importantes no processo de compostagem, atuando diretamente na matéria orgânica presente no solo e contribuindo assim com o ciclo natural do carbono (23).

Componentes da dieta animal como fibras solúveis ou insolúveis do tipo pectinas não são absorvidas no trato digestivo humano. Assim, a aplicação de pectinases auxiliam na sua transformação em polissacarídeos menores e absorvíveis, otimizando a nutrição. Estas enzimas são muito utilizadas no processamento de polpa de frutas e aumentando a clarificação para reduzir a viscosidade de sucos e para a liberação de sabor, nutrientes, vitaminas, proteínas e carboidratos presentes na fruta (28).

Esterases e lipases são enzimas utilizadas na produção de biossurfactantes, na indústria de laticínios, na nutrição, na área dos cosméticos e na melhora do processamento da indústria farmacêutica. A utilização de lipases microbianas pela indústria química e farmacêutica tem aumentado consideravelmente nas últimas décadas visto as características bioquímicas diferenciadas como a estabilidade em diferentes valores de pH (29).

As amilases constituem um grupo de enzimas produzidas por vegetais, animais e microrganismos que possuem ação sobre as ligações α -glucosídicas do amido (30, 31). Amilases microbianas estão entre as mais importantes enzimas hidrolíticas e têm sido alvo de estudos biotecnológicos uma vez que representam um dos três maiores grupos de enzimas industriais de aplicação em processo de liquefação do amido e melhoramento da farinha para a indústria de panificação, na fermentação (25, 32-36).

Enzimas funcionais como as proteases representam um dos três maiores grupos de enzimas mais comercializadas no mercado (37). São capazes de lizar proteínas, catalisando a reação química de hidrólise de ligações peptídicas de sequência de aminoácidos em sua estrutura. As proteases são utilizadas pela indústria em diversos setores, como alimentício,

têxtil e farmacêutico. Na indústria farmacêutica, são produzidas enzimas proteolíticas com fins terapêuticos, obtidas a partir de animais, vegetais ou microrganismos. Proteases de aplicação médicas são utilizadas com diferentes aplicações como a ação fibrinolítica e cicatrizante pela utilização de uroquinase e estreptoquinase; como auxiliar na digestão de proteínas como a papaína, bromelina, quimiotripsina e tripsina; e a aplicação de collagenases em casos de queimaduras e complicações dérmicas (16, 38).

As actinobactérias constituem um bom alvo para a produção em grande escala de enzimas devido à sua heterogeneidade química, diversidade ecológica e capacidade para a produção destes bioprodutos (39, 40), além de que essas enzimas são capazes de tolerar variações significativas de alguns parâmetros como temperatura, pH e salinidade (1). Assim, diante do reconhecido potencial biotecnológico das actinobactérias e da pouca informação sobre enzimas obtidas de actinobactérias isoladas do bioma amazônico, neste estudo foi feito um *screening* em um acervo de actinobactérias nativas do bioma Amazônico, para seleção dos isolados com potencial na produção de enzimas extracelulares de aplicação na indústria de alimentos como lipase, esterase, amilase, caseinase e pectinase.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados 124 actinobactérias provenientes do acervo do Laboratório de Microbiologia do Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA. Estas bactérias foram isoladas de diversos nichos ecológicos no Bioma Amazônico, foram codificadas para o depósito na Bacterioteca, dos quais 11 isolados foram da rizosfera de plantas nativas como *Aniba parviflora* (macacaporanga) (código MPO) e 11 *Pogostemon cablin* (Patchouli) (código PAT), 3 isolados endofíticos de *Licania rígida* (código LR) e 99 isolados de silagem de *Sorghum* (capim elefante) (código SIL). As actinobactérias estavam preservadas em glicerol 20% e, foram reativadas após inoculadas em meio *International Streptomyces Project* – n^o2 (ISP2) (41) para ativação metabólica, confirmada pela formação de colônias bacterianas na superfície do meio após 7 dias de incubação à 30°C.

Os testes enzimáticos foram realizados por análise qualitativa após inoculação de *spots* de 5 mm de diâmetro contendo as colônias bacterianas, nos respectivos meios de cultura contendo o substrato indutivo. Para os isolados positivos, foi determinado o índice enzimático (IE), através da razão entre o halo enzimático e o diâmetro da colônia, sendo considerado com potencial os isolados que apresentaram valores de IE acima de 1,5.

Para a produção de lipase e esterase, foi utilizado o meio contendo 10 g.L⁻¹ de Peptona, 5mL NaCl, 10mLTween 80 (10mLTween 80 e 40mL Água destilada), 15 g.L⁻¹ Ágar, 1000mL Água destilada) (42), contendo Tween 80 e Tween 20 como fonte de carbono, respectivamente. Após 10 dias de cultivo à 30°C foi verificada a formação de um halo branco difuso, constituído de precipitados de oleato de cálcio formado em volta da colônia bacteriana, indicando a presença da enzima.

A avaliação da produção de caseinase foi realizada em meio constituído de uma base de Solução 1 (10g leite desnatado, 90mL Água destilada) e Solução 2 (3g Ágar, 97mL Água destilada). Após 14 dias de cultivo à 30°C, o aparecimento de uma zona clara ao redor da colônia indicou a produção da enzima.

Para a produção de amilase foi utilizado o meio de cultura Agar-amido (5g Digestão péptica de tecido animal, 5g NaCl, 1,5g Extrato de carne bovina, 1,5g Levedura, 2 g.L⁻¹ Amido solúvel, 15 g.L⁻¹ Ágar, 1,5 g.L⁻¹ Ácido glutâmico, 1000 mL Água destilada, pH 7,4),

para o cultivo bacteriano. Após 10 dias de cultivo à 30°C foram adicionados 10mL da solução de lugol a 1% na superfície das placas, e a descoloração do meio em torno da colônia, resultante da hidrólise do amido indicou a produção da enzima (43).

A produção de pectinase foi avaliada em meio Agar TSA (1,5 g triptona, 0,5 g peptona de soja, 1,5 g NaCl, 1,5 g de ágar, pH 7,3) suplementado com 1% de pectina cítrica. Após 10 dias de cultivo à 30°C, foram adicionados 10mL da solução de lugol a 1% nas placas e a descoloração do meio em torno da colônia resultante da hidrólise da pectina cítrica, indicou a produção da enzima.

Todos os testes foram realizados em triplicata e os dados submetidos à análise de variância, sendo as médias apresentadas com o desvio padrão e analisadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software Assisat 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de lipases foi observada em 73% dos isolados bacterianos, correspondendo a atividade lipolítica, além de que 70,1% produziram esterase. A produção de enzima proteolítica foi verificada em 69,3% dos isolados, com destaque para a maior atividade enzimática apresentada por SIL11 (IE = 4,27). Já as enzimas amilase e pectinase foram produzidas por 12,1% e 18,55%, respectivamente (Figura 1).

As actinobactérias isoladas da rizosfera de Patchouli apresentaram maior potencial enzimático, sendo selecionados os isolados PAT3 (IE = 5,20 para amilase) e PAT6 (IE = 5,09 para pectinase), pelo maior potencial enzimático. Já os isolados de Silagem de *Sorghum* apresentaram a maior atividade lipolítica, com destaque para a produção de lipase dos isolados SIL39 (IE = 4,91) e SIL53 (IE = 7,50), SIL16A (IE = 7,41) e SIL59 (IE = 7,31) na produção de esterase (Figura 2).

Apenas 9 isolados apresentaram índice enzimático inferior a 1,5, sendo três produtores de amilase, 4 produtores de caseinase, 1 produtor de lipase e 1 produtor de pectinase. Todos os isolados produtores de esterase apresentaram índice enzimático acima de 1,5 (Figura 3).

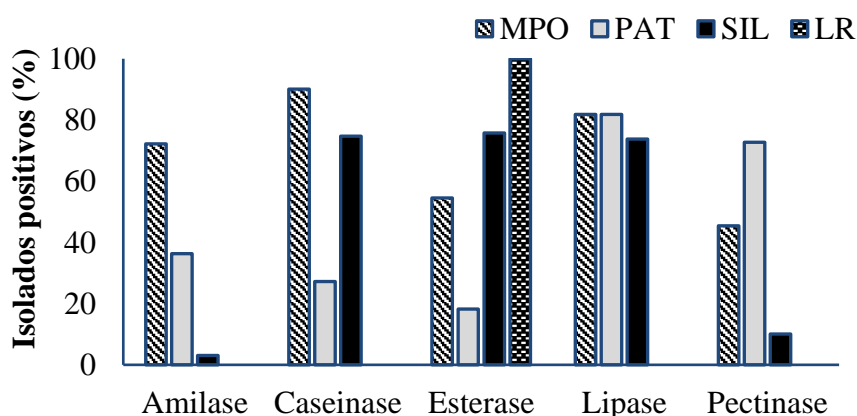


Figura 1- Quantitativo de isolados produtores das enzimas. Códigos dos isolados provenientes da rizosfera de plantas nativas como *Aniba parviflora* (macacaporanga) (MPO), *Pogostemon cablin* (Patchouli) (código PAT), endofíticos de *Licania rígida* (código LR) e isolados de silagem de *Sorghum* (capim elefante) (código SIL).

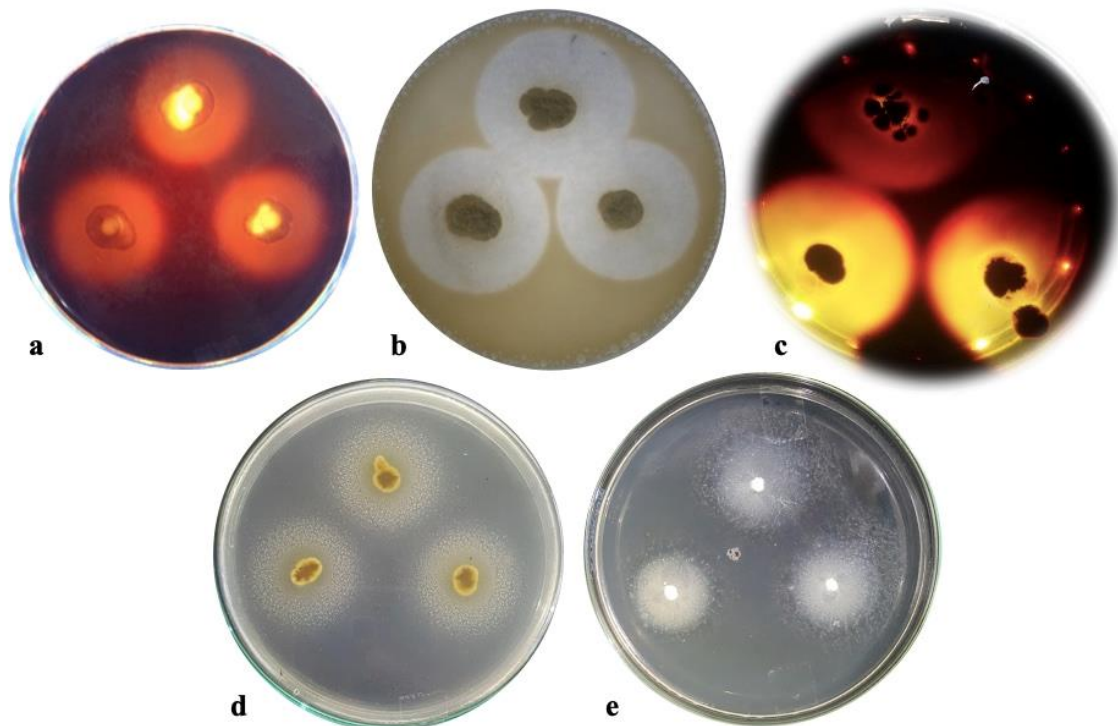


Figura 2- Registro das placas de cultivo. a. PAT3 (amilase); b. SIL11 (caseinase); c. PAT6 (pectinase); d. SIL39 (lipase); e. SIL53 (esterase). Códigos dos isolados provenientes da rizosfera de plantas nativas como *Aniba parviflora* (macacaporanga) (MPO), *Pogostemon cablin* (Patchouli) (código PAT), endofíticos de *Licania rígida* (código LR) e isolados de silagem de *Sorghum* (capim elefante) (código SIL).

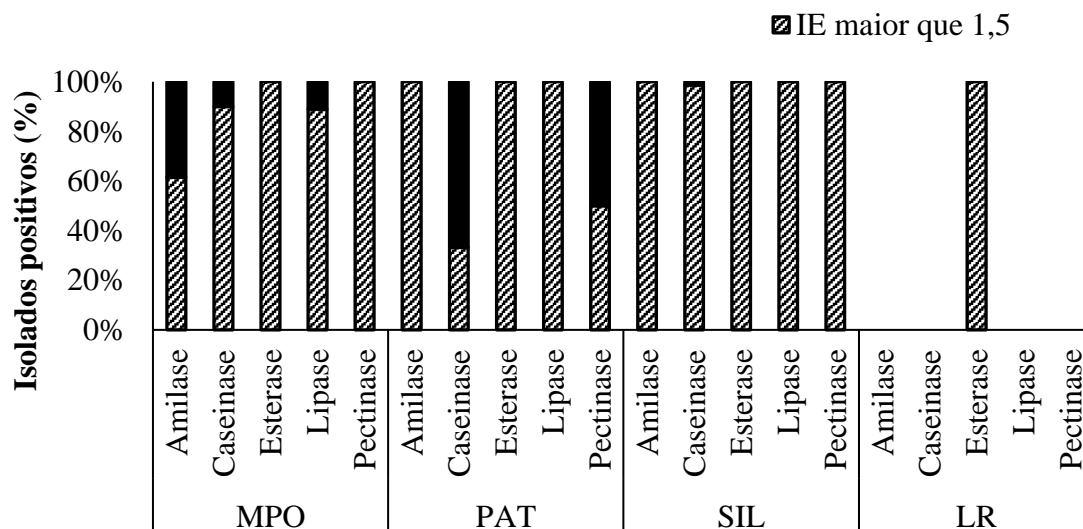


Figura 3 - Quantitativo de isolados produtores das enzimas de acordo com o índice enzimático. Códigos dos isolados provenientes da rizosfera de plantas nativas como *Aniba parviflora* (macacaporanga)

(MPO), *Pogostemon cablin* (Patchouli) (código PAT), endofíticos de *Licania rígida* (código LR) e isolados de silagem de *Sorghum* (capim elefante) (código SIL).

As enzimas microbianas tem apresentado ampla diversidade bioquímica e suscetibilidade genética, sendo que a produção de amilases microbianas é restrita a um número reduzido de microrganismos, incluindo as actinobactérias (44, 45). A versatilidade metabólica de actinobactérias descrita neste estudo pode estar relacionada a diversos fatores como exemplo, a produção de enzimas extracelulares capazes de hidrolisar uma variedade de substratos (46), como a produção de proteases e amilases, a exemplo de actinobactérias isoladas de ambientes diferenciados como o solo rizosférico do semiárido (47), da rizosfera de *Capsicum annuum* L., (48), além da produção de lipases produzidas por actinobactérias isoladas do mangue (49). Das hidrolases, as amilases microbianas estão entre as mais importantes enzimas alvo de estudos biotecnológicos, uma vez que representam um dos três maiores grupos de enzimas industriais (36).

A produção de amilases tem sido descrita em diversos gêneros de actinobactérias (50) e aspectos bioquímicos atrativos como demonstrado pelas α -amilases termoestáveis produzidas por *Nocardiopsis* sp. endofíticos (14), a amilase termofílica produzida por *Streptomyces* sp. MSC702 (45) e a glucoamilase, produzida pelo endofítico *Streptosporangium* sp. (14), estimulam a prospecção de estudos de *screening* destas bactérias em ambientes diferenciados e pouco explorados como o bioma amazônico, na tentativa da obtenção de amilases adaptadas às condições físico-químicas diferenciadas e, portanto, atrativas para a indústria biotecnológica.

A produção de lipases foi evidenciada para a maioria dos isolados da bacterioteca e, considerando que as lipases e esterases de origem microbiana são biocatalisadores que chamam bastante atenção devido às suas propriedades bioquímicas e aplicações industriais na produção de biocombustíveis (51-54), estes achados revelam um acervo autóctone com possibilidade de aplicação na obtenção destas enzimas.

As lipases são estáveis em diferentes condições de pH e temperatura, além de estarem ativas em diversos solventes orgânicos, características que as tornam de interesse para a indústria biotecnológica. Considerando ainda que neste estudo as actinobactérias foram isoladas de diversos ambientes apresentando, portanto, características físico-químicas variadas, esta versatilidade metabólica pode ser uma condição interessante para considerar propostas de otimização para ação enzimática.

A ação enzimática em diversas bases lipídicas é também uma importante característica e foi descrita em estudo a partir de uma lipase de massa molecular de 39,8 kDa produzida por *Streptomyces* sp. CS133. Esta enzima atua na transesterificação enzimática de óleos vegetais de girassol, prímula e borragem (55, 56).

Devido ao grande espectro de aplicação das enzimas produzidas pelo gênero *Streptomyces*, a prospecção destas bactérias em habitats inexplorados pode resultar na obtenção diferentes enzimas microbianas (57, 58). A exemplo, em *screening* feito com 700 microrganismos do solo, foi selecionado a linhagem *Streptomyces* CS326, produtora de uma nova lipase altamente indutível como detergente e estável na presença de vários solventes, incluindo metanol (59).

A produção de proteases é uma capacidade frequentemente observada no gênero *Streptomyces*, sendo comum a ação sobre substratos como caseína e gelatina, a exemplo do estudo de Rodrigues (60) na prospecção de *Streptomyces* com vistas à produção de substâncias antimicrobianas e enzimas hidrolíticas, na qual obteve um percentual de 94% de

isolados produtores de caseinase e 40% de isolados produtores de gelatinase (61) identificaram a presença de enzimas, na cultura de *Streptomyces omiyaensis* capazes de degradar gelatina extraída de pele de porco. Azeredo et al. (62) verificaram que um padrão de *Streptomyces* isolado de solo de cerrado foi capaz de hidrolisar gelatina, caseína e albumina bovina, sendo uma característica bastante comum entre este grupo de microrganismos.

Algumas actinobactérias hidrolisam o substrato contendo caseína como descrito no trabalho realizado por Oliveira, quando avaliou o potencial antimicrobiano e citotóxico de actinobactérias isoladas de vários habitats (63). A ação hemolítica de *Streptomyces* sp. isolados da rizosfera amazônica foi descrita por que todas as linhagens, exceto a *Streptomyces* sp. MPO9 produzem protease com ação hemolítica.

Ashokvardhan (et al., 2014)(48) ao analisarem actinomicetos isolados de solo rizosférico de *Capsicum annuum* L., observaram que 88% das cepas possuem atividade proteolítica. (49) observou que 21% das 35 linhagens de *Streptomyces* sp., isoladas de ambiente de mangue também possuíam esta atividade.

O potencial enzimático dos isolados endofíticos de capim elefante pode estar relacionado com a diversidade de enzimas produzidas por estas bactérias (64). Dentre os mecanismos utilizados, a adaptação destes microrganismos, a partir da produção de enzimas hidrolíticas como as pectinases, apresentam papel importante durante a colonização da epiderme radicular vegetal (65), mananase (1, 59).

Além da produção enzimática de actinobactérias endofíticas que podem resultar em uma ação de biocontrole contra fungos fitopatogênicos, a produção de substâncias fitoestimulantes como sideróforos (66) e ácido indol-acético pode ser vista como uma possibilidade de obtenção de um bioproduto alternativo ao uso de produtos sintéticos na agricultura.

Em estudo feito sobre a colonização de *Herbaspirillum seropedicae* e *Azorhizobium caulinodans* em *Arabidopsis Thaliana* foi verificado um aumento de 100% no número de raízes laterais, induzidos por flavonoides, substâncias associadas em mecanismos de resistência sistêmica (67). A partir disto, é possível admitir a possibilidade de utilização destes endofíticos como uma alternativa de menor impacto ambiental no controle de doenças causadas por fitopatógenos (68)

CONCLUSÕES

O potencial enzimático das actinobactérias presente no acervo investigado e aqui apresentado pela primeira vez, comprova que ambientes pouco explorados como o bioma Amazônico é uma fonte natural importante na descoberta de compostos bioativos, além daqueles obtidos da flora nativa. E considerando que a indústria biotecnológica têm investido na obtenção de substâncias microbianas, os isolados que apresentaram maior potencial enzimático podem ser matéria-prima importante para estudos futuros que descrevam as características bioquímicas e estruturais destas enzimas e suas possibilidades de aplicações na indústria de alimentos.

REFERÊNCIAS

1. Zothanpuia, Passari AK, Chandra P, Leo VV, Mishra VK, Kumar B, et al. Production of Potent Antimicrobial Compounds from *Streptomyces cyaneofuscatus* Associated with Fresh Water Sediment. *Front Microbiol.* 2017;8:68.
2. Duarte MW. Atividade antimicrobiana e produção de enzimas extracelulares por actinomicetos isolados de solo: produção de metabólitos secundários por actinomicetos de solo. 2009.
3. Girão M, Ribeiro I, Ribeiro T, Azevedo IC, Pereira F, Urbatzka R, et al. Actinobacteria Isolated From *Laminaria ochroleuca*: A Source of New Bioactive Compounds. *Front Microbiol.* 2019;10:683.
4. Berdy J. Bioactive microbial metabolites. *J Antibiot (Tokyo).* 2005;58(1):1-26.
5. Manivasagan P, Venkatesan J, Sivakumar K, Kim SK. Pharmaceutically active secondary metabolites of marine actinobacteria. *Microbiol Res.* 2014;169(4):262-78.
6. Qi D, Zou L, Zhou D, Chen Y, Gao Z, Feng R, et al. Taxonomy and Broad-Spectrum Antifungal Activity of *Streptomyces* sp. SCA3-4 Isolated From Rhizosphere Soil of *Opuntia stricta*. *Frontiers in Microbiology.* 2019;10.
7. Subramaniam G, Thakur V, Saxena RK, Vadlamudi S, Purohit S, Kumar V, et al. Complete genome sequence of sixteen plant growth promoting *Streptomyces* strains. *Sci Rep.* 2020;10(1):10294.
8. Rahman MA, Choi YH, Pradeep GC, Choi YS, Choi EJ, Cho SS, et al. A novel low molecular weight endo-xylanase from *Streptomyces* sp. CS628 cultivated in wheat bran. *Appl Biochem Biotechnol.* 2014;173(6):1469-80.
9. Rashad FM, Fathy HM, El-Zayat AS, Elghonaimy AM. Isolation and characterization of multifunctional *Streptomyces* species with antimicrobial, nematicidal and phytohormone activities from marine environments in Egypt. *Microbiol Res.* 2015;175:34-47.
10. Ugur A, Sarac N, Boran R, Ayaz B, Ceylan O, Okmen G. New Lipase for Biodiesel Production: Partial Purification and Characterization of LipSB 25-4. *ISRN Biochem.* 2014;2014:289749.
11. Martinez V, de Santos PG, Garcia-Hidalgo J, Hormigo D, Prieto MA, Arroyo M, et al. Novel extracellular medium-chain-length polyhydroxyalkanoate depolymerase from *Streptomyces exfoliatus* K10 DSMZ 41693: a promising biocatalyst for the efficient degradation of natural and functionalized mcl-PHAs. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2015.
12. Al-Ghanayem AA, Joseph B. Current prospective in using cold-active enzymes as eco-friendly detergent additive. *Applied Microbiology and Biotechnology.* 2020;104(7):2871-82.
13. Bajaj P, Mahajan R. Cellulase and xylanase synergism in industrial biotechnology. *Applied Microbiology and Biotechnology.* 2019;103(21):8711-24.
14. Stamford TL, Stamford NP, Coelho LC, Araujo JM. Production and characterization of a thermostable glucoamylase from *Streptosporangium* sp. endophyte of maize leaves. *Bioresour Technol.* 2002;83(2):105-9.
15. Dixit VS, Pant A. Comparative characterization of two serine endopeptidases from *Nocardioopsis* sp. NCIM 5124. *Biochim Biophys Acta.* 2000;1523(2-3):261-8.
16. Ding Y, Yang Y, Ren Y, Xia J, Liu F, Li Y, et al. Extracellular Production, Characterization, and Engineering of a Polyextremotolerant Subtilisin-Like Protease From Feather-Degrading *Thermoactinomyces vulgaris* Strain CDF. *Front Microbiol.* 2020;11:605771.

17. Charin Techapun and Naiyatat Poosaran and Masanori Watanabe and Ken S. Thermostable and alkaline-tolerant microbial cellulase-free xylanases produced from agricultural wastes and the properties required for use in pulp bleaching bioprocesses: a review. *Process Biochemistry*. 2003;38(9):1327-40.
18. Miyashita K, Fujii T, Sawada Y. Molecular cloning and characterization of chitinase genes from *Streptomyces lividans* 66. *Microbiology*. 1991;137(9):2065-72.
19. Bennur T, Kumar AR, Zinjarde S, Javdekar V. Nocardiosis species as potential sources of diverse and novel extracellular enzymes. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2014;98(22):9173-85.
20. BODE W, HUBER R. Natural protein proteinase inhibitors and their interaction with proteinases. *European Journal of Biochemistry*. 1992;204(2):433-51.
21. Mahajan GB, Balachandran L. Antibacterial agents from actinomycetes-a review. *Frontiers in bioscience (Elite edition)*. 2011;4:240-53.
22. Pedrolli DB, Monteiro AC, Gomes E, Carmona EC. Pectin and pectinases: production, characterization and industrial application of microbial pectinolytic enzymes. *Open Biotechnology Journal*. 2009:9-18.
23. Kohli P, Gupta R. Alkaline pectinases: A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2015;4(3):279-85.
24. Kashyap D, Chandra S, Kaul A, Tewari R. Production, purification and characterization of pectinase from a *Bacillus* sp. DT7. *World journal of Microbiology and Biotechnology*. 2000;16(3):277-82.
25. Revilla I, José GS. Addition of pectolytic enzymes: an enological practice which improves the chromaticity and stability of red wines. *International journal of food science & technology*. 2003;38(1):29-36.
26. Jayani RS, Saxena S, Gupta R. Microbial pectinolytic enzymes: a review. *Process Biochemistry*. 2005;40(9):2931-44.
27. Lambertz C, Garvey M, Klinger J, Heesel D, Klose H, Fischer R, et al. Challenges and advances in the heterologous expression of cellulolytic enzymes: a review. *Biotechnology for biofuels*. 2014;7(1):135.
28. van den Broek LAM, den Aantrekker ED, Voragen AGJ, Beldman G, Vincken J-P. Pectin lyase is a key enzyme in the maceration of potato tuber. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1997;75(2):167-72.
29. Hasan F, Shah AA, Hameed A. Industrial applications of microbial lipases. *Enzyme and Microbial technology*. 2006;39(2):235-51.
30. Gupta R, Gigras P, Mohapatra H, Goswami VK, Chauhan B. Microbial α -amylases: a biotechnological perspective. *Process Biochemistry*. 2003;38(11):1599-616.
31. Nithya K, Muthukumar C, Kadaikunnan S, Alharbi NS, Khaled JM, Dhanasekaran D. Purification, characterization, and statistical optimization of a thermostable α -amylase from desert actinobacterium *Streptomyces fragilis* DA7-7. *3 Biotech*. 2017;7(5):350.
32. Sharma H. Enzymatic degradation of residual non-cellulosic polysaccharides present on dew-retted flax fibres. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 1987;26(4):358-62.
33. Zhu Y, Pan J, Qiu J, Guan X. Isolation and characterization of a chitinase gene from entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii*. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2008;39(2):314-20.

34. Sharma R, Chisti Y, Banerjee UC. Production, purification, characterization, and applications of lipases. *Biotechnology advances*. 2001;19(8):627-62.
35. Liese A, Seelbach K, Wandrey C. *Industrial biotransformations*: John Wiley & Sons; 2006.
36. Sharma A, Satyanarayana T. Structural and biochemical features of acidic alpha-amylase of *Bacillus acidicola*. *Int J Biol Macromol*. 2013;61:416-23.
37. Gadde UD, Oh S, Lillehoj HS, Lillehoj EP. Antibiotic growth promoters virginiamycin and bacitracin methylene disalicylate alter the chicken intestinal metabolome. *Sci Rep*. 2018;8(1):3592.
38. Wanderley MC, Neto JM, Filho JL, Lima CA, Teixeira JA, Porto AL. Collagenolytic enzymes produced by fungi: a systematic review. *Braz J Microbiol*. 2017;48(1):13-24.
39. Shivilata L, Tulasi S. Thermophilic and alkaliphilic Actinobacteria: biology and potential applications. *Frontiers in Microbiology*. 2015;6.
40. Al-shaibani MM, Radin Mohamed RMS, Sidik NM, Enshasy HAE, Al-Gheethi A, Noman E, et al. Biodiversity of Secondary Metabolites Compounds Isolated from Phylum Actinobacteria and Its Therapeutic Applications. *Molecules*. 2021;26(15):4504.
41. Nonomura H. Key for classification and identification of 458 species of the Streptomycetes included in ISP. *J Ferment Technol*. 1974.
42. Sierra G. A simple method for the detection of lipolytic activity of micro-organisms and some observations on the influence of the contact between cells and fatty substrates. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 1957;23(1):15-22.
43. Kupiecki FP, Coon MJ. The enzymatic synthesis of beta-aminoisobutyrate, a product of valine metabolism, and of beta-alanine, a product of beta-hydroxypropionate metabolism. *J Biol Chem*. 1957;229(2):743-54.
44. Altamirano MM, Blackburn JM, Aguayo C, Fersht AR. Directed evolution of new catalytic activity using the alpha/beta-barrel scaffold. *Nature*. 2000;403(6770):617-22.
45. Singh R, Kumar V, Kapoor V. Partial Purification and Characterization of a Heat Stable alpha-Amylase from a Thermophilic Actinobacteria, *Streptomyces* sp. MSC702. *Enzyme Res*. 2014;2014:106363.
46. Kennedy A. Bacterial diversity in agroecosystems. *Agriculture, ecosystems & environment*. 1999;74(1):65-76.
47. ŞAHİN N, UĞUR A. Investigation of the antimicrobial activity of some *Streptomyces* isolates. *Turkish Journal of Biology*. 2003;27(2):79-84.
48. Ashokvardhan T, Rajithasri A, Prathyusha P, Satyaprasad K. Actinomycetes from *Capsicum annum* L. rhizosphere soil have the biocontrol potential against pathogenic fungi. *Int J Curr Micobiol App Sci* 3 (4). 2014:894-903.
49. Sathya R, Ushadevi T. Industrially important enzymes producing *Streptomyces* species from mangrove sediments. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2014;6(10).
50. Balagurunathan R, Radhakrishnan M, Somasundaram S. L-Glutaminase producing actinomycetes from marine sediments—selective isolation, semi quantitative assay and characterization of potential strain. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2010;4(5):698-705.
51. Rodrigues RC, Pessela BC, Volpato G, Fernandez-Lafuente R, Guisan JM, Ayub MA. Two step ethanolysis: A simple and efficient way to improve the enzymatic biodiesel

- synthesis catalyzed by an immobilized–stabilized lipase from *Thermomyces lanuginosus*. *Process Biochemistry*. 2010;45(8):1268-73.
52. Zotchev SB. Marine actinomycetes as an emerging resource for the drug development pipelines. *J Biotechnol*. 2012;158(4):168-75.
53. Dheeman DS, Frias JM, Henehan GT. Influence of cultivation conditions on the production of a thermostable extracellular lipase from *Amycolatopsis mediterranei* DSM 43304. *J Ind Microbiol Biotechnol*. 2010;37(1):1-17.
54. Qin S, Zhang H, Li F, Zhu B, Zheng H. Draft genome sequence of marine *Streptomyces* sp. strain W007, which produces angucyclinone antibiotics with a benz[a]anthracene skeleton. *J Bacteriol*. 2012;194(6):1628-9.
55. Mander P, Cho SS, Simkhada JR, Choi YH, Yoo JC. An organic solvent–tolerant lipase from *Streptomyces* sp. CS133 for enzymatic transesterification of vegetable oils in organic media. *Process Biochemistry*. 2012;47(4):635-42.
56. Simkhada JR, Yoo HY, Cho SS, Choi YH, Kim SW, Park DH, et al. A novel cold-adapted lipase, LP28, from a mesophilic *Streptomyces* strain. *Bioprocess Biosyst Eng*. 2012;35(1-2):217-25.
57. Sztajer H, Maliszewska I, Wiczorek J. Production of exogenous lipases by bacteria, fungi, and actinomycetes. *Enzyme and Microbial Technology*. 1988;10(8):492-7.
58. Yuan D, Lan D, Xin R, Yang B, Wang Y. Screening and characterization of a thermostable lipase from marine *Streptomyces* sp. strain W007. *Biotechnol Appl Biochem*. 2014.
59. Cho SS, Park da J, Simkhada JR, Hong JH, Sohng JK, Lee OH, et al. A neutral lipase applicable in biodiesel production from a newly isolated *Streptomyces* sp. CS326. *Bioprocess Biosyst Eng*. 2012;35(1-2):227-34.
60. Rodrigues K. Identificação, produção de antimicrobianos e complexos enzimáticos de isolados de actinomicetos. 2006.
61. Uesugi Y, Arima J, Usuki H, Iwabuchi M, Hatanaka T. Two bacterial collagenolytic serine proteases have different topological specificities. *Biochim Biophys Acta*. 2008;1784(4):716-26.
62. De Azeredo LAI, Freire DMG, Soares RMA, Leite SGF, Coelho RRR. Production and partial characterization of thermophilic proteases from *Streptomyces* sp. isolated from Brazilian cerrado soil. *Enzyme and Microbial Technology*. 2004;34(3):354-8.
63. Oliveira BFRd. Análise das atividades antimicrobiana e citotóxica de actinobactérias isoladas de diversos habitats. 2015.
64. Hardoim PR, van Overbeek LS, Elsas JD. Properties of bacterial endophytes and their proposed role in plant growth. *Trends Microbiol*. 2008;16(10):463-71.
65. Hallmann J, Quadt-Hallmann A, Mahaffee WF, Kloepper JW. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Canadian Journal of Microbiology*. 1997;43(10):895-914.
66. Hoster F, Schmitz JE, Daniel R. Enrichment of chitinolytic microorganisms: isolation and characterization of a chitinase exhibiting antifungal activity against phytopathogenic fungi from a novel *Streptomyces* strain. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2005;66(4):434-42.
67. Rosenblueth M, Martínez-Romero E. Bacterial endophytes and their interactions with hosts. *Mol Plant Microbe Interact*. 2006;19(8):827-37.
68. Frank AC, Saldierna Guzmán JP, Shay JE. Transmission of Bacterial Endophytes. *Microorganisms*. 2017;5(4).

Capítulo 18

doi.org/10.53934/9786599539664-18

EFFECT OF PINEAPPLE PEEL FLOUR IN PROBIOTIC ICE CREAM ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES, CELL VIABILITY AND SENSORIAL ASPECTS

Walkeane dos Santos Felismino Rocha Carneiro ; **Leandro Finkler** ; **Christine Lamenha Luna Finkler** ; **Ester Ribeiro*** 

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: ester.ribeiro@ufpe.br*

Abstract: Agro-industrial waste deriving from fruits processing industries are rich in fibers and have potential to be incorporated into food. This work aims to study the effect of adding pineapple peel flour (*PPF*) to probiotic ice cream on the physicochemical properties, cell viability of *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 and sensory aspects. *PPF* was characterized in terms of pH, water activity, titratable acidity, moisture, fiber and lipids. Probiotic ice creams containing 2.7 % *PPF* and without flour were analyzed for pH, titratable acidity, overrun, melting rate and probiotic viability during storage at – 20 °C for 90 days. Physicochemical analyzes of *PPF* showed its potential for fiber enrichment in food. Addition of dietary fiber increased the overrun ratio and decreased the melting rate as compared with the control. Cell viability values of 8.3 log CFU/mL and 9.3 log CFU/mL were obtained for the control and *PPF* samples, respectively, after 90 days of storage at -20 °C. Sensory evaluation indicated approval of the ice cream containing *PPF* with results similar to the control. The results suggested that the addition of *PPF* resulted in an improved viability of *L. rhamnosus* ATCC 7469 in probiotic ice cream.

Keywords: lactic acid bacteria; prebiotics; probiotics; sensory analysis.

INTRODUCTION

Reducing food loss and waste is an important target of the Sustainable Development Goals (SDGs) (1). Data from Food and Agriculture Organization (FAO) of food loss from post-harvest to distribution in 2016 show that fruits and vegetables are the second food groups that report the highest level of percentage of food loss, second only to the group of roots, tubers and oil-bearing crops (2). Still according to FAO (3), one-third of the edible parts of food produced for human consumption gets lost or wasted globally, which represents about 1.3 billion tons per year.

In fruit-exporting countries, such as Brazil, fruit and vegetable residues are discarded by industries, which represent an important environmental impact (4). On the other hand, these residues could be converted into value-added products using economically viable and environmentally sustainable approaches (5). Residues such shell, peel, stalk, seeds, lumps, and other unusual edible parts are interesting source of

fibers, sugars, minerals, enzymes and other bioactive phytochemicals (6-7). Thus, the conversion of these compounds into valuable products is an alternative to the valorization of agro-industrial solid residues. Campos et al. (8) evaluated the prebiotic activity of pineapple stem and peel flours and demonstrated that both pineapple by-product flours promoted a synergistic interaction of dietary fiber and polyphenols upon human microbiota.

Pineapple (*Ananas comosus*) is native to tropical and subtropical America. Brazil is one of the main producers with 2,650,479 tons produced in 2018 (9), corresponding about 8% of the total worldwide production (10). This fruit is one of the most popular and consumed in the world (11), largely because of its attractive flavor and refreshing sugar-acid balance. According to Misran et al. (12), the amounts of by-products derived from pineapple is corresponding to 50–60%, and its processing (that yields mainly canned pineapple and juice) generates mainly peels (29 - 42%) and core (9 - 20%) (10), with approximately 10 tons/year of fresh fibers (13).

According to Brito et al. (7), pineapple peels represent about 57% of the total by-product. Díaz-Vela et al. (14) reported that peels present 62.5% of total dietary fiber, and several studies have reported a high content of insoluble dietary fiber (IDF), phenolic compounds and high antioxidant capacity (15-17).

This fruit contains high content of carbohydrates, IDF's, which includes cellulose and hemicelluloses (8), soluble dietary fiber (SDF), such as pectin, β -glucans, gums, mucilage, oligosaccharides and inulin (18), minerals and vitamins. It is considered a good source of phenolic compounds (19) and bromelain, a complex mixture of various proteolytic enzymes which present a wide range of therapeutic applications like fibrinolytic, anti-thrombotic, anti-cancer and anti-inflammatory activity (20).

Fruits by-products, such as the peels, can be used to prepare flours, which are used as partial replacement for cereal flours and as an ingredient in various foods as an additive, such as yoghurts, breads, cookies and ice cream (14,21). According to Wu et al. (22), the flour obtained from pineapple peels can have a fiber content of up to 74%, in addition to minerals (3%) and proteins (5.7%). Fibers may confer benefits to human health related to promoting better functioning of the digestive system (23) and acting as a promoter of prebiotic activity by enhancing probiotic strains growth and metabolic activity (24). Thus, the production of new fiber-enriched foods and added probiotics open up new perspectives to develop high value-added dairy products. However, for these products to be inserted in the market, they need to be appreciated by consumers.

Ice cream is a product highly appreciated by a very broad spectrum of consumers due to its nutritional value, cooling effect and because it is usually made from dairy products (25). Indeed, this product has good potential for the development and survival of probiotic bacteria, because of its high concentration of solid substances and high pH as compared to other dairy products (26). Several authors have studied the functional potential of the ice cream with probiotic addition (27-28, 26, 29), addition of prebiotic dietary fiber, such as inulin (30-31), fructooligosaccharides (32), galactooligosaccharide (33), or a combination of both (34).

In recent research, *Lactobacillus rhamnosus* strain ATCC 7469 showed resistance to low pH values and greater survival in passion fruit juice formulations with added fibers extracted from passion fruit peel (35). In this context, the aim of the study was to evaluate the production of a probiotic ice cream containing *L. rhamnosus* ATCC 7469 enriched with pineapple peel flour and to analyze the effect of the process and supplementation with the bacteria on physicochemical properties, cell viability and sensory aspects.

MATERIAL AND METHODS

Raw material

The pearl-type pineapple peels (*Ananas comosus* (L.) MERRIL) were donated by a fruit pulp manufacturer located in Recife-PE-Brazil. Peels were frozen at -18 °C until further use.

Pineapple peel flour (PPF) preparation

Figure 1 shows the flow chart of the *PPF* preparation. Fruit peels (30 kg) were thawed in a refrigerator (4 °C) for 24 h. Then, the peels were washed in drinking water, and subjected to heating in water at 90 °C for 30 min, to eliminate pathogens and inactivate proteolytic enzymes (21). Then, peels were crushed in a food processor (Wallita RI7630) and the resulting moist bagasse was placed in aluminum trays and taken to the oven with air circulation (Quimis) at 70 °C for 24 h (14,21).

The dried bagasse was weighed and crushed in a knife mill (MA 630/1, Marconi) at 6000 rpm for 40 sec. At the end of this process, a fine powder was obtained, which was stored in polyethylene bags, previously submitted to UV light, sealed in a thermal sealer, and wrapped in laminated paper for protection against light and oxygen, under refrigeration (4 °C) until the moment of use.

PPF analysis

pH and water activity (Aw)

PPF was diluted (5 g/50 mL) in distilled water and the mixture was homogenized for 5 min for further pH determination (Tecnal model Tec-3MP) (36). Free water activity (*Aw*) was performed in quadruplicate, using Decagon® Pawkit reading discs, and arithmetic mean and standard deviation were calculated.

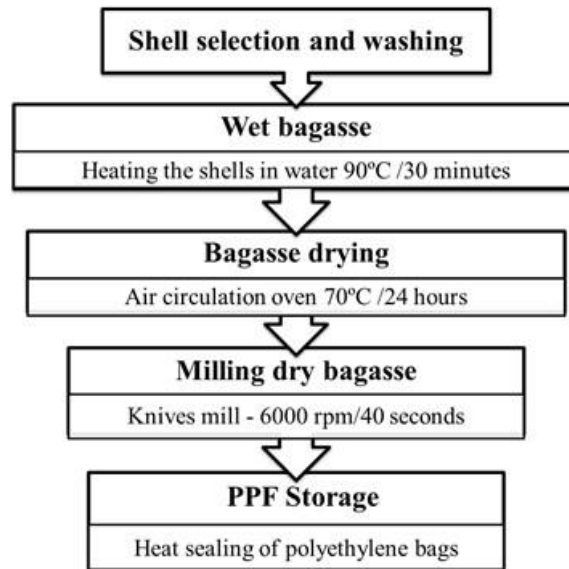


Figure 1 – Flow chart of pineapple peel flour (*PPF*) preparation

Titrateable acidity

For titrateable acidity determination, 10 g of *PPF* was added to an Erlenmeyer containing 50 mL of distilled water. After homogenization, sample was filtered with the aid of filter paper (cat n° 1001 125) and titrated with 0.1 mol/L NaOH (36). Experiments were performed in triplicate. The titrateable acidity was expressed in grams of acid/100 g of sample (% of citric acid).

Moisture, fibers and lipids

The moisture content was analyzed according to the Adolfo Lutz Institute analytic procedures (36). Insoluble, soluble, and Total Dietary Fiber (TDF) were determined by enzymatic-gravimetric method AOAC 991.43 (37) and lipids were determined by ISO 1443-1973 method. These analyzes were performed by Eurofins do Brasil Análise de Alimentos LTDA.

Probiotic culture

Probiotic cultures of *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 (American Type Culture Collection, Manassas, Virginia, United States) preserved in 10% (v/v) glycerol at -20 °C were used in the experiments. For the reactivation step, cells were thawed for 4 h at 4 °C, added in 25 mL of UHT whole milk previously pasteurized at 80 ± 2 °C/30 sec and then incubated at 37 ± 2 °C for 24 h.

In the adaptation stage, 4 mL of the cultured milk was added to 25 mL of UHT whole milk previously pasteurized. In this step, the cell growth of *L. rhamnosus* ATCC 7469 was evaluated for 24 h at 37 °C. Immediately after inoculation, samples were taken every 6 h to determine pH, cell viability and lactose consumption. Experiments were performed in duplicate.

The total number of viable cells was determined by the pour plate method. Fermented broth samples were decimally diluted in saline solution (NaCl 0.9% w/v) and

inoculated on MRS agar medium in triplicate. The cultures were incubated at 37 °C for 48 h. The results were expressed in log UFC/mL.

Lactose consumption during fermentation was determined by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). 1-mL samples of fermented broth were centrifuged and filtered through MF-Millipore Membrane Filter, 0.22 µm pore size 90 mm diameter and stored in vials. Lactose was determined in a Shimadzu system equipped with a quaternary pump coupled to a degasser (model DGU-20A5r), with an ion exchange chromatographic column (Aminex® HPX-87H+, Bio-Rad, USA), refractive index detector (model DGU-20A5r) and data software LC Solutions (Shimadzu). The flow rate of the mobile phase was 0.6 mL/min at 60 °C.

Ice cream production

Two ice cream formulations were investigated in this study: control C (without *PPF*) and sample F (added 2.7% w/v *PPF*). The flour concentration was defined based on total fiber content of *PPF* and product characteristics, this because preliminary tests demonstrated that higher concentrations of *PPF* made the final product denser, which could negatively interfere with its sensory analysis.

For the production of ice creams, a base mix containing the mixture of ingredients (except probiotic culture, flavoring and emulsifier) was homogenized thoroughly in a domestic blender (Mondial L1200) for 3 min. After pasteurization of the sample at 80 °C for 30 sec and quick cooling in an ice water until reaching 40 ± 2 °C, was added 1% (v/v) of the probiotic culture previously adapted in milk. The initial cell viability of the microorganism in the product was determined to compare with the count during the storage of ice cream, according to methods applied by Akalin et al. (34), using the strain preserved in glycerol 10% v/v.

The ice cream mix remained refrigerated at 4 ± 2 °C for 24 h for maturation, in order to achieve greater hydration of the proteins, favor an increase in viscosity and a softer texture, as well as an improvement in its capacity for incorporating air. Then, the pineapple pulp (flavoring agent) and the emulsifier were added and mixed using a food mixer (Arno PHP500) for 4 min for air incorporation.

Ice creams were frozen at -18 ± 2 °C for 2 h and then were homogenized again. This step was repeated three times, in order to obtain greater aeration. Finally, ice creams were distributed in plastic containers (previously sanitized in 200 ppm hypochlorite solution for 15 min, dried at 40 °C and submitted to UV irradiation for 15 min) and stored at -18 ± 2 °C.

Ice cream analysis

Titrateable acidity and pH

Titrateable acidity of the ice creams was determined using Dornic solution in the presence of phenolphthalein indicator, and the results were expressed in percentage of lactic acid) (36). Experiments were performed in triplicate. pH of the ice cream was determined after sample melting (50 mL) and measured in pH meter (Tecnal model Tec-3MP) (36).

Overrun

The overrun values were determined according to Lomolino et al. (38) by Equation 1, where *MW* is weight of ice cream mix and *ICW* is weight of ice cream. Experiments were performed in triplicate.

$$\text{Overrun (\%)} = \frac{(MW - ICW)}{(ICW)} \times 100 \quad (1)$$

Melting rate

Melting rate assesses the behavior of ice cream melting at room temperature. 30 ± 1 g of each sample was weighed and placed in a mesh sieve with opening of 2 mm. Below the sieve, a glass funnel was fixed in a 100 mL beaker on an analytical balance to quantify weight of the melted material that dripped through the sieve at 26 ± 1 °C. Data were recorded every 5 min for 60 min, according to Lomolino et al. (38), with adaptations.

Probiotic viability in ice cream

Probiotic viability in ice cream was determined according to Santos et al. (35). Cell viability was evaluated after 4 h (t₀), 8, 15, 30, 60 and 90 days during frozen storage at -18 °C. A volume of 0.1 mL of each formulation was homogenized in 0.9 mL of sterile saline solution (NaCl 0.9% w/v), and after serial decimal dilutions, samples were added using the Pour Plate technique in Petri dishes (55 g/L MRS medium and 20 g/L agar) and incubated at 37 °C for 48 h. Experiments were performed in triplicate and results were expressed in log CFU/mL.

Sensory analysis

Ice creams acceptability was evaluated with 180 tasters using sensory attributes of formulations “C” and “F” by applying of the global acceptability test with a structured 9-point hedonic scale. The following attributes were evaluated: aroma, appearance, color, taste and texture. Test of purchase intention was applied using a scale of 1 to 5 (39).

The tasters were untrained volunteers, aged between 18 and 60 years. The ice cream samples (15 g) were coded and delivered to the taster in white disposable cups, monadically, along with the analysis form. The study was approved by the Federal University of Pernambuco (Protocol n°: 3.492.832), and the participants were informed of all of the details of the study.

Statistical analysis

Means and standard deviations were determined and analyzes were performed by one-way ANOVA in order to verify significant differences between the groups studied, adopting the 95% confidence level, and Student's t test at the significance level ($p \leq 0.05$), both performed in the GraphPad Prisma7.0® program. Graphs were plotted in Origin 6.0 and multivariate analysis of the attributes by Principal Component Analysis (PCA) was performed using the Statistica® 7.0 program.

RESULTS AND DISCUSSION

The contents of pH, *A_w*, titratable acidity, moisture, fibers and lipids of *PPF* are shown in Table 1. Analysis of the chemical composition of *PPF* revealed a pH value of

3.86 ± 0.01 , which is equal to the pH obtained for the pineapple pomace by Selani et al. (17), and for pineapple peel by Campos et al. (40) and Lopera-Cardona et al. (41). The A_w measured in the flour averaged 0.28 ± 0.01 , which is similar than those reported by Prakongpan et al. (42), who found 0.24 for pineapple core dietary fiber and 0.28 for pineapple core cellulose, and lower than A_w measured in the pineapple crown flour (0.4) as reported by Brito et al. (7). The low water activity indicates that the material presents low risk for physicochemical deterioration and is considered microbiologically safe (17).

Table 6 – Physicochemical properties of the Pineapple Peel Flour (*PPF*) (average \pm SD)

Component	Value
pH	3.86 ± 0.01
A_w	0.28 ± 0.01
Titrateable acidity (%)	2.68 ± 0.06
Moisture (%)	3.9
Total Dietary Fiber – TDF (%)	56.2
<i>Insoluble fiber (%)</i>	51.7
<i>Soluble fiber (%)</i>	4.5
Lipids (%)	1.2

The *PPF* presented 2.68 ± 0.06 titrateable acidity g citric acid/100 g sample, similar to those reported by Costa et al. (43) who found 2.53 % in pineapple peel. Differences of acidity values are associated with the variety and ripening of the fruit and growing conditions. Low percentage of moisture (3.9 %) was observed in *PPF*, similar to the result found by Lopera-Cardona et al. (41). Other studies reported higher moisture values for pineapple peel flour. Brito et al. (7) observed 9.3 % of moisture in pineapple crown flour when initially dried the samples of crowns in a ventilated oven at 65 °C for 6 h and then the dehydrated residue was ground and dried out for 1 h at 90 °C. Braga et al. (44) dried pineapple crown leaves in an oven at 110 °C for 16 h and observed moisture content of 9 %, while Damasceno et al. (45) obtained 6.8 % of moisture in samples of pineapple peel flour dried in an air circulating oven at 65 °C for 17 h. Considering that drying is a process that depends on variables such as dryer type, drying time, temperature and physicochemical characteristics of the samples, different moisture levels are reported in flours obtained from fruit residues.

The *PPF* showed a total dietary fiber value of 56.2 %, where 92 % of it was the insoluble fraction. These results corroborate with those reported by Huang et al. (46), Selani et al. (17) and Diaz-Vela et al. (14), who found TDF contents of 42.2 % in pineapple peels (insoluble fraction of 86.02 %), 45.2 % in pineapple pomace (insoluble fraction of 98.28 %) and 62.5 % in pineapple peel flour, respectively.

According to Rico et al. (10), peels of pineapple present a proximate composition of total dietary fiber between 42-82 %, and differences in fiber content could be associated with the variety, state of ripening, growing conditions and/or the analytical methodology employed. These results suggest that *PPF* is a promising ingredient for fiber enrichment in food applications. The fiber content above 50 % helps in the functional property allegation, since insoluble fibers play a role in water absorption and regulation of fecal bolus. In addition, the *PPF* was used in its integral form, that is, without the extraction of fibers, and this can also be considered an advantage due the low generation of residues, unlike what would be observed if fruit juice had been used (35).

In this study, 30 kg of pineapple peel resulted in 2.72 kg of flour. Considering the result of the total fiber content in the flour of 56.2 %, and that the ice cream was prepared by adding 2.7 g of *PPF* (which corresponds to 1.5 g of fiber) for a 100 ml portion, this amount of pineapple peel would be enough to prepare 100 liters of ice cream. The content of lipids found in *PPF* (1.2 %) was similar that found in pineapple peel flour ($1.3 \pm 0.03\%$) by Martínez et al. (47).

Cell viability of *L. rhamnosus* ATCC 7469, lactose consumption and pH variation were evaluated for 24 h at 37 °C (Figure 2) and results demonstrate that the beginning of lactose consumption coincides with a reduction in pH and the exponential phase of cell growth, reaching a maximum specific growth rate of 0.55 h^{-1} . There was no lag phase due to the previous reactivation stage of the microorganism. After 24 hours there is a deceleration of exponential growth, being the moment for the transfer of the inoculum to the ice cream because it allows the cells to remain viable for a longer time during the manufacturing process and product stock. This probably occurred due to the reduction in pH to 4, since the most suitable pH for the growth of *Lactobacillus* is between 5 and 7. The deceleration could not be attributed to the scarcity of the carbon source.

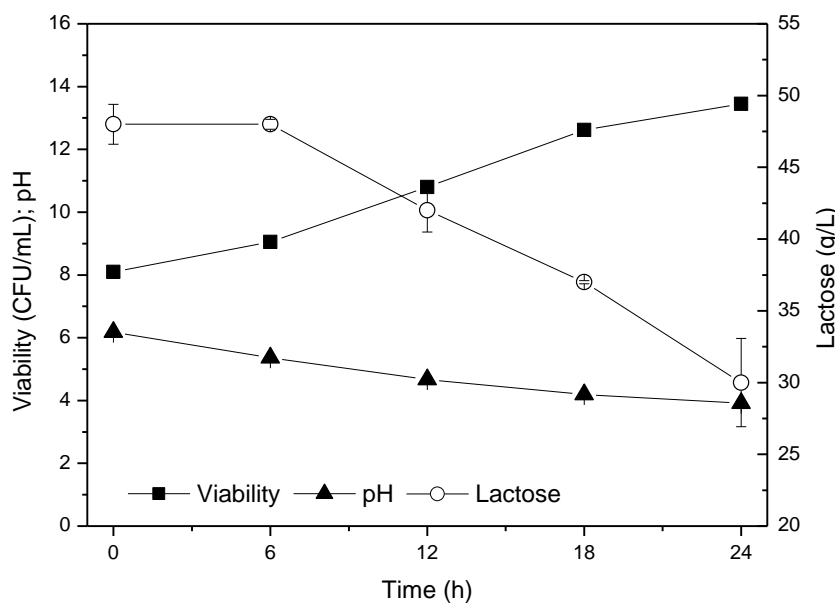


Figure 2 – Variation of pH, cell viability and lactose consumption as a function of fermentation time for *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 cultivated in milk for 24 h at 37 °C. Error bars correspond to the standard deviation resulting from two different experiments

The titratable acidity values of the ice creams were 59 °D and 58 °D for control C (without *PPF*) and sample F (added 2.7 % w/v *PPF*), respectively. The high values of titratable acidity found in the present study for the ice creams were probably due to the addition of 10 mL/L of fermented milk (inoculum) with pH between 4.2 and 3.9, as well as the presence of pineapple pieces (flavoring agent). These results are contrary to those obtained by Pourahmad and Golestani (48), who reported a titratable acidity of 18 °D in fermented symbiotic ice cream with probiotic culture added 2 % inulin. Addition of *PPF* did not influence the titratable acidity of the ice cream, since the values found were similar for both formulations.

Overrun values, which is associated with the amount of air incorporated during the ice cream processing, were 47 and 57 % for formulations C and F, respectively. For probiotic ice creams with apple, orange, oat, wheat and bamboo fibers, Akalin et al. (34) reported lower values for overrun ratios (25.5 to 30.6 %) when compared to those obtained in this work. However, as in this work, authors observed the addition of dietary fiber increased the overrun ratios as compared with the control, except for the sample containing bamboo fiber. dos Santos Cruxen et al. (49) characterized butiá ice cream supplemented with *Bifidobacterium lactis* (B1-04) and observed an overrun ratio of 71.2 %, while Senanayake et al. (50) reported a reduction in the overrun of the probiotic ice cream containing *L. acidophilus* (LA 5) (63 %) as compared to the nonprobiotic ice cream (75 %), both containing apple puree. Variation in the overrun can be attributed to formulation factors such as fat, protein, emulsifier, stabilizer and non-fat solids contents (51), and processing conditions (52). Ferraz et al. (53) studied the effect of different overrun levels (45, 60 and 90 %) on the survival of *L. acidophilus* in vanilla ice cream. Authors observed that when the overrun level increased from 45 to 90 %, cell viability decreased of 8 to 6 log CFU/g after 60 days of frozen storage.

Melting rate value was 68.1 % for control formulation C, and addition of 2. % w/v PPF to ice-cream led to a decrease in melting rate to 47.4 % for formulation F. In ice cream C the melting started after 5 minutes, while in ice cream containing flour the initial melting was registered after 15 minutes (Figure 3).

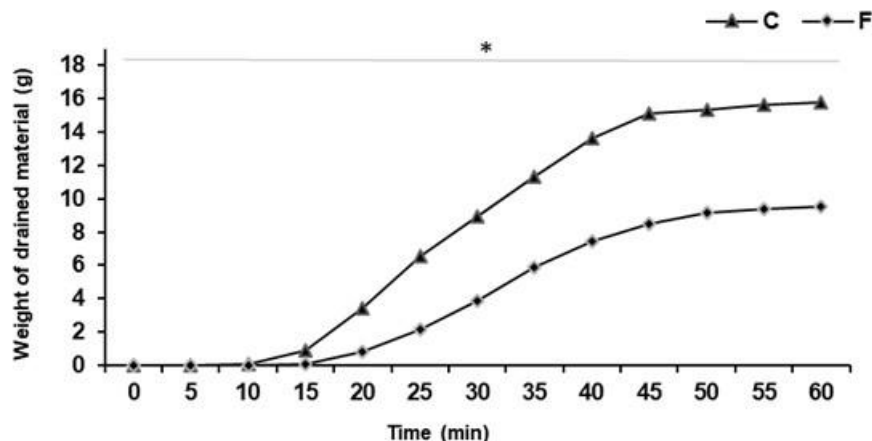


Figure 3 – Melting rates for control ice cream (C) and ice cream added 2.7% w/v pineapple peel flour (F). Samples present statistically significant difference * $p < 0.05$, applying the unpaired Student's T test for difference between groups

Fiol et al. (54) and Hartel et al. (55) reported that the presence of fats play an important role in air incorporation, texture, flavor and melting resistance. This is due to the structural connections of the fat globules with the ice crystals. Akin et al. (56) found that increased additions of inulin (soluble fiber) to ice-cream containing probiotic bacteria increased complete melting times. Authors suggest that inulin may act as a stabilizer due to its capacity for binding water. According to El-Nagar et al. (57), inulin has the ability to reduce the free movement of water molecules, which retards the melting of the product. Polysaccharides present in pineapple peel flour may have had this effect, which explains the lower melting rate in formulation F.

The adapted inoculum of *L. rhamnosus* ATCC 7469 was added to ice cream samples with a concentration of 13 log CFU/mL. After addition of 1 % of the inoculum, the counts of *L. rhamnosus* ATCC 7469 in ice cream mixes before freezing were 11 log CFU/mL. Figure 4 shows changes in the counts of microorganism in ice cream samples throughout 90 days of storage at -18 ° C. After 4 hours of storage, reductions of 16 and 19 % in cell viability were observed in formulations C and F, respectively.

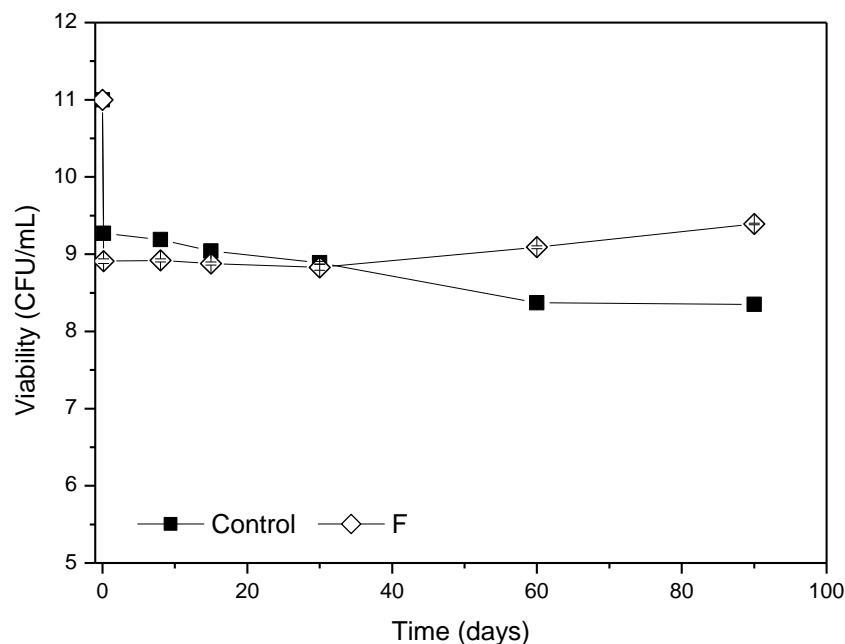


Figure 4 – Cell viability of *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 in the ice cream formulations: control C and sample F (added 2.7% w/v pineapple peel flour) during frozen storage at -18 ° C

Tripathi and Giri (58) attributed the decrease in cell viability in the initial period of freezing to mechanical stress in the bacterial cell structures, which reduces cell activity as exposure to freezing increases (56,59). The process of incorporating oxygen into the ice cream also do not favor the survival of lactic acid bacteria (53). After 60 days, formulation added *PPF* presented a cell viability 0.46 log higher and with statistical difference in relation to formulation C. According to Sah et al. (21) and Diaz-Vela et al. (14), the flour pineapple peel favors cell survival when added to foods containing probiotics. This corroborates with the conclusions of Di Crisio et al. (60) on the cryoprotective effect attributed to fibers. Low et al. (61) reported that probiotic ice cream made with unrefined sugar, such as demerara sugar used in this study, had better microbial survival than when refined sugar was used. At the end of 90 days of storage, the concentration of viable cells was 8.3 log CFU/mL for the control ice cream and 9.3 log CFU/mL for the ice cream containing flour. Considering that the so called “minimum therapeutic” level of viable probiotic microorganisms should be at least 6 log CFU/g of viable cells throughout the product shelf-life (62), formulations can cover this requirement for at least 90 days.

The acceptance percentages regarding the attributes of aroma, appearance, color, taste and texture are shown in Figure 5a. The two formulations obtained average

acceptance, for all attributes, from “I liked it very much” to “I liked it moderately”. Taste evaluation indicated an average score of 7.97 ± 1.51 for formulation F and 8.12 ± 1.24 for control sample and found no significant differences in the acceptance of taste between the samples. In the purchase intention test (Figure 5b), results indicate that 41% of the tasters attributed an average of 4.15 ± 0.83 for formulation F, which represents “probably would buy” on the scale, while 42% attributed an average of 4.23 ± 0.82 to the control formulation, with no statistical difference.

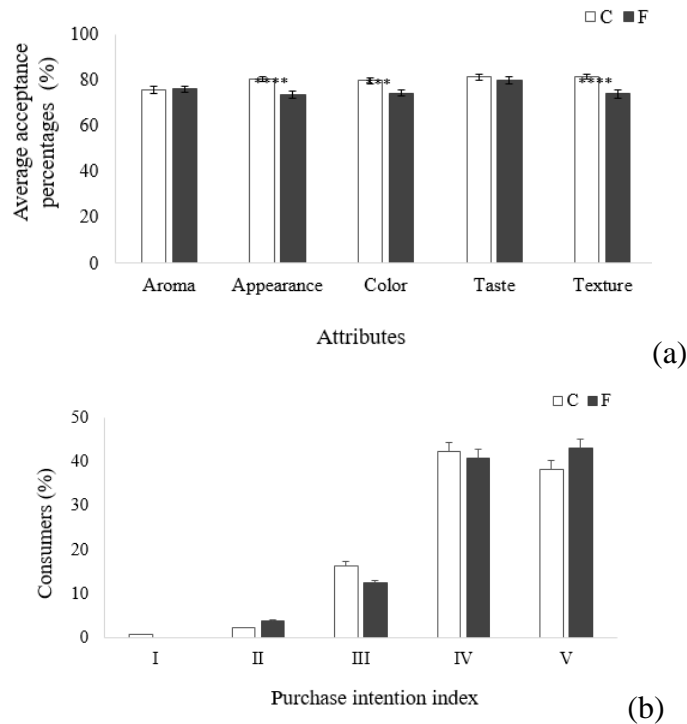


Figure 5 – (a) Average acceptance percentages for the attributes aroma, appearance, color, taste and texture for control ice cream (C) and ice cream added 2.7% w/v pineapple peel flour (F). Samples present statistically significant difference *** $p < 0.001$ and **** $p < 0.0001$, applying the unpaired Student's T test for difference between groups. (b) Purchase intention index for control ice cream (C) and ice cream added 2.7% w/v pineapple peel flour (F). Unpaired Student's t test for difference between groups. I: certainly wouldn't buy; II: possibly wouldn't buy; III: maybe I bought it, maybe I didn't; IV: possibly would buy; V: certainly buy

Sensory analysis indicated a good acceptance of the product, and the results were superior to that reported by Akalin et al. (34), who observed in ice cream added 2 % orange peel fiber the average score of 6.17 ± 0.93 . Similar results were obtained by Crizel et al. (63) in ice cream with 1.5 % of the same type of fibers (6.0 ± 1.4).

Some tasters related formulation F with a sandy aspect, which is due to the addition of *PPF*. Adding flour interfered negatively in attribute texture (7.40 ± 1.73), color and appearance (7.35 ± 1.47) as compared to the control formulation. Some tasters justified their grades relating the brownish aspect (color) as unattractive. Regarding the aroma attribute, scores were similar among samples (7.60 ± 1.45 for sample F and 7.58 ± 1.49 for control sample) and the characteristic pineapple odor was more noticeable in the formulation with the addition of flour.

The multivariate analysis of the attributes was applied through the Principal Component Analysis (PCA) and results are shown in Figure 6.

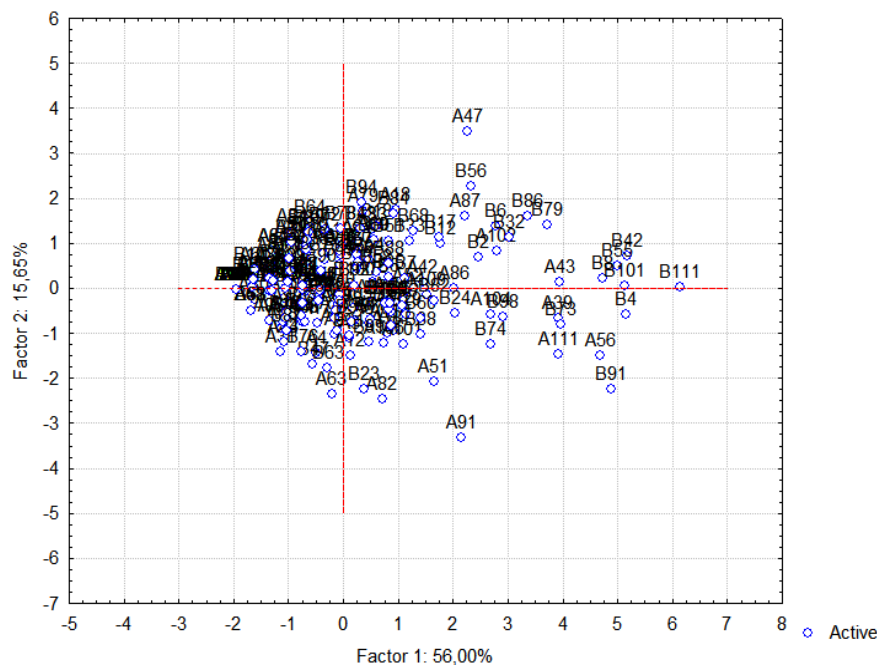


Figure 6 – Principal component analysis for attributes aroma, appearance, color, taste and texture for control ice cream and ice cream added 2.7% w/v pineapple peel flour

PCA analysis did not separate the responses of the judges considering the five variables (aroma, appearance, color, taste and texture), demonstrating that formulations are similar with regards to the characteristics analyzed. Results indicate that pineapple peel flour could be incorporated into ice creams since they have presented satisfactory taste evaluation.

CONCLUSIONS

Pineapple peel flour added in the ice cream provided a lower melting rate, addition of fibers, promoted air incorporation and contributed to the greater viability of *L. rhamnosus* during 90 days of storage of ice cream. Ice cream formulation added with pineapple peel flour and probiotics was well-accepted by the tasters, making this a product with an opportunity for inclusion in the market.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) for the financial support.

REFERENCES

1. FAO. The state of food and agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome: Food and Agriculture Organization. 2019a. Available from: <http://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>.
2. FAO. Food Loss Index. Online statistical working system for loss calculations. 2019b. Available from: <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/flw-data>.
3. FAO. Global Food Losses and Food Waste-Extent, Causes and Prevention. 2011. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i2697e.pdf>.
4. Vieira ADS, Bedani R, Albuquerque MAC, Biscola V, Saad SMI. The impact of fruit and soybean by-products and amaranth on the growth of probiotic and starter microorganisms. *Food Res. Int.* 2017;97:356–363.
5. Nogueira TBB, Silva TPM, Luiz DA, Andrade CJ, Andrade LM, Ferreira MSL, et al. Fruits and vegetable-processing waste: a case study in two markets at Rio de Janeiro, RJ, Brazil. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2020;27:18530–18540.
6. Brito TB, Carrajola JF, Gonçalves ECBA, Martelli-Tosi M, Ferreira MSL. Fruit and vegetable residues flours with different granulometry range as raw material for pectin-enriched biodegradable film preparation. *Food Res. Int.* 2019;121:412–421.
7. Brito TBN, Pereira APA, Pastore GM, Moreira RFA, Ferreira MSL, Fai AEC. Chemical composition and physicochemical characterization for cabbage and pineapple by-products flour valorization. *LWT - Food Sci. Technol.* 2020;109028.
8. Campos DA, Coscueta ER, Vilas-Boas AA, Silva S, Teixeira JA, Pastrana LM, Pintado MM. Impact of functional flours from pineapple by-products on human intestinal microbiota. *J. Funct. Foods* 2020a;67:103830.
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAOSTAT - 2018. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/?#data/QC>.
10. Rico X, Gullon B, Alonso JL, Yanez R. Recovery of high value-added compounds from pineapple, melon, watermelon and pumpkin processing by-products: An overview. *Food Res. Int.* 2020;132:109086.
11. Barros SS, Pessoa Junior WAG, Sá ISC, Takeno ML, Nobre FX, Pinheiro W, et al. Pineapple (*Ananas comosus*) leaves ash as a solid base catalyst for biodiesel synthesis. *Bioresour. Technol.* 2020;312:123569.
12. Misran E, Idris A, Mat Sarip SH, Ya'akob H. Properties of bromelain extract from different parts of the pineapple variety Morris. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 2019;18:101095.
13. Cassellis MER, Sánchez-Pardo ME, López MR, Mora-Escobedo R. Structural, physicochemical and functional properties of industrial residues of pineapple (*Ananas comosus*). *Cell Chem. Technol.* 2014;48:633–641.
14. Diaz-Vela J, Totosaus A, Cruz-Guerrero AE, Pérez-Chabela ML. In vitro evaluation of the fermentation of added-value agroindustrial by-products: cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.) peel and pineapple (*Ananas comosus*) peel as functional ingredients. *Int. J. Food Sci. Tech.* 2013;48:1460–1467.
15. Li T, Shen P, Liu W, Liu C, Liang R, Yan N, et al. Major polyphenolics in pineapple peels and their antioxidant interactions. *Int. J. Food Prop.* 2014;17:1805–1817.
16. Morais DR, Rotta EM, Sargi SC, Schmidt EM, Bonafe EG, Eberlin MN, et al. Antioxidant activity, phenolics and UPLC–ESI(–)–MS of extracts from different tropical fruits parts and processed peels. *Food Res. Int.* 2015;77:392–399.

17. Selani MM, Brazaca SGC, dos Santos Dias CT, Ratnayake WS, Flores RA, Bianchini A. Characterisation and potential application of pineapple pomace in an extruded product for fibre enhancement. *Food Chem.* 2014;163:23–30.
18. Quirós-Sauceda A, Palafox-Carlos H, Sáyago-Ayerdi S, Ayala-Zavala J, Bello-Perez LA, Alvarez-Parrilla E, et al. Dietary fiber and phenolic compounds as functional ingredients: Interaction and possible effect after ingestion. *Food Funct.* 2014;5:1063–1072.
19. Ancos B, Sánchez-Moreno C, González-Aguilar GA. Pineapple composition and nutrition. In: M.G. Lobo, R.E. Paull, editors. *Handbook of pineapple technology: Production, postharvest science, processing and nutrition.* New Jersey: John Wiley E Sons; 2017. p. 221-239.
20. Gul A, Siddiqui M, Arain H, Khan S, Khan H, Ishrat U. Extraction, partial purification and characterization of bromelain from pineapple (*Ananas comosus*) crown, core and peel waste. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 2021;64:e21200639.
21. Sah BNP, Vasiljevic T, McKechnie S, Donkor ON. Effect of refrigerated storage on probiotic viability and the production and stability of antimutagenic and antioxidant peptides in yogurt supplemented with pineapple peel. *J. Dairy Sci.* 2015;98:5905–5916.
22. Wu Ming-Yin, Shiao Sy-Yu. Effect of the amount and particle size of pineapple peel fiber on dough rheology and steamed bread quality. *J. Food Process. Preserv.* 2015;39:549–558.
23. Schneider VS, Bark JM, Winnischofer SMB, dos Santos EF, Iacomini M., Cordeiro LMC. Dietary fibres from guavira pomace, a co-product from fruit pulp industry: Characterization and cellular antioxidant activity. *Food Res. Int.* 2020;132:109065.
24. Holscher HD. Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. *Gut microbes* 2017;8:172–184.
25. Durmaz Y, Kilicli M, Toker OS, Konar N, Palabiyik I, Tamtürk F. Using spray-dried microalgae in ice cream formulation as a natural colorant: Effect on physicochemical and functional properties. *Algal Res.* 2020;47:101811.
26. de Farias TGS, Ladislau HFL, Stamford TCM, Medeiros JAC, Soares BLM, Arnaud TMS, et al. Viabilities of *Lactobacillus rhamnosus* ASCC 290 and *Lactobacillus casei* ATCC 334 (in free form or encapsulated with calcium alginate-chitosan) in yellow mombin ice cream. *LWT - Food Sci. Technol.* 2019;100:391-396.
27. Pankiewicz U, Góral M, Kozłowicz K, Góral D. Application of pulsed electric field in production of ice cream enriched with probiotic bacteria (*L. rhamnosus* B 442) containing intracellular calcium ions. *J. Food Eng.* 2020;275:109876.
28. Kalicka D, Znamirowska A, Pawlos M, Buniowska M, Szajnar K. Physical and sensory characteristics and probiotic survival in ice cream sweetened with various polyols. *Int. J. Dairy Technol.* 2019;72:456-465.
29. da Silva PDL, Bezerra MF, dos Santos KMO, Correia RTP. Potentially probiotic ice cream from goat's milk: characterization and cell viability during processing, storage and simulated gastrointestinal conditions. *LWT - Food Sci. Technol.* 2015;62:452–457.
30. Sarwar A, Aziz T, Al-Dalali S, Zhang J, Din J. ud, Chen C, Yang Z. Characterization of synbiotic ice cream made with probiotic yeast *Saccharomyces boulardii* CNCM I-745 in combination with inulin. *LWT - Food Sci. Technol.* 2021;141;110910.
31. Samakradhamrongthai RS, Jannu T, Supawan T, Khawsud A, Aumpa P, Renaldi G. Inulin application on the optimization of reduced-fat ice cream using response surface methodology. *Food Hydrocoll.* 2021;119;106873.

32. Gremski LA, Coelho ALK, Santos JS, Daguer H, Molognoni L, Prado-Silva L, et al. Antioxidants-rich ice cream containing herbal extracts and fructooligosaccharides: manufacture, functional and sensory properties. *Food Chem.* 2019;298:125098.
33. Balthazar CF, Silva HLA, Celeguini RMS, Santos R, Pastore GM, Conte CA Jr, et al. Effect of galactooligosaccharide addition on the physical, optical, and sensory acceptance of vanilla ice cream. *J. Dairy Sci.* 2015;98:4266–4272.
34. Akalın AS, Kesenkas H, Dinkci N, Unal G, Ozer E, Kınık O. Enrichment of probiotic ice cream with different dietary fibers: Structural characteristics and culture viability. *J. Dairy Sci.* 2018;101:37-46.
35. Santos E, Andrade R, Gouveia E. Utilization of the pectin and pulp of the passion fruit from Caatinga as probiotic food carriers. *Food Biosci.* 2017;20:56–61.
36. IAL. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos [Chemical and physical methods for food analysis]. In: Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3rd ed. São Paulo: IMESP; 2008.
37. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. In: Official Methods of Analysis. 16a. Arlington: AOAC; 1995.
38. Lomolino G, Zannoni S, Zabara A, Da Lio M, De Iseppi A. Ice recrystallisation and melting in ice cream with different proteins levels and subjected to thermal fluctuation. *Int. Dairy J.* 2020;100:104557.
39. Reis CR, Minim VPR. Testes de aceitação. In: V.P.R. Minim, editor. Análise sensorial: estudos com consumidores. Viçosa: UFV; 2006. p. 67-83.
40. Campos DA, Ribeiro TB, Teixeira JA, Pastrana L, Pintado MM. Integral valorization of pineapple (*Ananas comosus* L.) by-products through a green chemistry approach towards added value ingredients. *Foods* 2020b;9;60.
41. Lopera-Cardona S, Gallardo C, Umaña-Gallego J, Gil LM. Comparative study of the physicochemical, compositional and functional properties of eight flours obtained from different plant materials found in Colombia. *Food Sci. Technol. Int.* 2016;22;699–707.
42. Prakongpan T, Nitithamyong A, Luangpituksa P. Extraction and application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores. *J. Food Sci.* 2002;67;1308–1313.
43. Costa JMC, Felipe EMF, Maia GA, Brasil IM, Hernandez FFH. Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. *Rev. Ciênc. Agron.* 2007;38:228–232.
44. Braga RM, Queiroga TS, Calixto GQ, Almeida HN, Melo DMA, Melo MAF, et al. The energetic characterization of pineapple crown leaves. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 2015;22:18987–18993.
45. Damasceno KA, Gonçalves CAA, Pereira GS, Costa LL, Campagnol PCB, Almeida PL, et al. Development of cereal bars containing pineapple peel flour (*Ananas comosus* L. Merrill). *J. Food Qual.* 2016;39:417-424.
46. Huang Ya-Ling, Chow Chau-Jen, Fang, Y.-J. Preparation and physicochemical properties of fiber-rich fraction from pineapple peels as a potential ingredient. *J. Food Drug Anal.* 2011;19:318–323.
47. Martínez R, Torres P, Meneses MA, Figueroa JG, Pérez-Álvarez JA, Viuda-Martos M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chem.* 2012;135:1520–1526.
48. Pourahmad R, Golestani M. Comparison of three treatments (two fermented treatments and one nonfermented treatment) in production of synbiotic ice cream. *J. Food Process. Preserv.* 2016;41:e12839.

49. dos Santos Cruxen CE, Hoffmann JF, Zandoná GP, Fiorentini EM, Rombaldi CV, Chaves FC. Probiotic butiá (*Butia odorata*) ice cream: Development, characterization, stability of bioactive compounds, and viability of *Bifidobacterium lactis* during storage. *LWT - Food Sci. Technol.* 2017;75:379-385.
50. Senanayake SA, Fernando S, Bamunuarachchi A, Arsekularatne M. Application of *Lactobacillus acidophilus* (LA 5) strain in fruit-based ice cream. *Food Sci. Nutr.* 2013;1: 428-31.
51. Sun-Waterhouse D, Edmonds L, Wadhwa SS, Wibisono R. Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. *Food Res. Int.* 2013;50:647–656.
52. Chang Y, Hartel RW. Development of air cells in a batch ice cream freezer. *J. Food Eng.* 2002;55:71-78.
53. Ferraz JL, Cruz AG, Cadena RS, Freitas MQ, Pinto UM, Carvalho CC, et al. Sensory acceptance and survival of probiotic bacteria in ice cream produced with different overrun levels. *J. Food Sci.* 2012;71:524-528.
54. Fiol C, Prado D, Romero C, Laburu N, Mora M, Alava JI. Introduction of a new family of ice creams. *Int. J. Gastron. Food Sci.* 2017;7: 5-10.
55. Hartel RW, Rankin SA, Bradley Jr RL. A 100-year review: milestones in the development of frozen desserts. *J. Dairy Sci.* 2017;100:10014–10025.
56. Akin M, Akin M, Kirmaci Z. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice-cream. *Food Chem.* 2007;104:93-99.
57. El-Nagar G, Clowes G, Tudoricã CM, Kuri V., Brennan, CS. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. *Int. J. Dairy Technol.* 2002;55:89–93.
58. Tripathi MK, Giri SK. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. *J. Funct. Foods* 2014;9:225–241.
59. Homayouni A, Azizi A, Javadi M, Mahdipour S, Ejtahed H. Factors influencing probiotic survival in ice cream: a review. *Int. J. Dairy Sci.* 2012;7:1-10.
60. Di Criscio T, Fratianni A, Mignogna R, Cinquanta L, Coppola R, Sorrentino E, et al. Production of functional probiotic, prebiotic, and synbiotic ice creams. *J. Dairy Sci.* 2010;93:4555-4564.
61. Low RHP, Baba AS, Aboufazli F. Effects of different levels of refined cane sugar and unrefined coconut palm sugar on the survivability of *Lactobacillus acidophilus* in probiotic ice cream and its sensory and antioxidant properties. *Food Sci. Technol. Res.* 2015;21:857-862.
62. Neffe-Skocińska K, Rzepkowska A, Szydłowska A, Kołożyn-Krajewska D. Trends and possibilities of the use of probiotics in food production. In: A.M. Holban, A.M. Grumezescu, editors. *Handbook of food bioengineering, alternative and replacement foods.* Cambridge: Academic Press; 2018. p. 65-94.
63. Crizel TM, de Araujo RR, Rios AO, Rech R, Flôres SH. Orange fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream. *Food Sci. Technol.* 2014;34:332-340.



MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS

Capítulo 19

doi.org/10.53934/9786599539664-19

EFEITO DA OZONIZAÇÃO NA CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS: REVISÃO

Flaviana Coelho Pacheco¹; Ana Flávia Coelho Pacheco²; Jeferson Silva Cunha³; Paulo Henrique Costa Paiva⁴; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCE – UFV. E-mail: flaviana.pacheco@ufv.br; ²Estudante de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCE – UFV; E-mail: anaflaviacoelho93@gmail.com; ³Estudante do Curso de Mestrado em Ciência de Alimentos – CCE – UFV. E-mail: jeferson.cunha@ufv.br, ⁴Professor/pesquisador do Instituto Candido 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: A indústria de alimentos tem buscado progressivamente tecnologias alternativas para garantir a segurança e a qualidade dos produtos visando atendendo aos anseios dos consumidores. Pesquisas sobre tecnologias capazes de inativar microrganismos patogênicos e deterioradores com mínimas alterações sobre as propriedades nutricionais, técnico-funcionais e sensoriais dos alimentos estão em amplo desenvolvimento. Neste contexto, a utilização do ozônio vem se tornando uma grande aposta na busca por sanitizantes eficientes e por métodos não térmicos que auxiliam na conservação dos alimentos, além de ser uma alternativa ecologicamente sustentável e economicamente viável. O ozônio tem sido utilizado em tratamentos pós-colheita, armazenamento e processamento de alimentos, incluindo frutas, vegetais, carnes e leite em níveis estabelecidos por agências centrais. Apesar do reconhecido efeito do ozônio contra bactérias (incluindo esporos), vírus, protozoários, fungos e leveduras, alguns fatores influenciam na sua eficácia, tais como características intrínsecas dos alimentos (composição, atividade de água, pH, potencial de oxirredução, dentre outras) e a qualidade, temperatura e pH da água. Logo, esta revisão tem como objetivo descrever sobre a aplicação do ozônio como agente sanitizante e tecnologia não térmica de conservação na indústria alimentícia, bem como suas vantagens e limitações.

Palavras-chaves: conservação de alimentos; ozônio; sanitizante; tratamento não térmico

INTRODUÇÃO

Os procedimentos de higienização na indústria de alimentos, por meio das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e dos Procedimentos-Padrão de Higiene Operacional (PPHO) devem ser realizados de maneira eficaz e eficiente visando garantir a segurança e qualidade dos produtos (1).

Basicamente, a higienização é dividida em duas etapas fundamentais (limpeza e sanitização) que visam garantir a inocuidade das matérias-primas (como frutas e hortaliças), superfícies de processamento e, conseqüentemente, alimentos processados. Destas, a sanitização tem um foco essencialmente microbiológico, sendo realizada antes do processamento por meio da eliminação dos microrganismos patogênicos e redução dos

deterioradores das superfícies e ambiente a níveis que atendam às especificações previamente propostas (2).

O método mais comum de sanitização consiste na aplicação de agentes químicos nas superfícies, como os compostos clorados, clorexidina, ácido peracético, quaternários de amônio, dentre outros. Entretanto, muitos destes possuem limitações, principalmente quanto à formação de compostos secundários, podendo ser prejudiciais à saúde humana se as concentrações de uso estiverem inadequadas (3).

Além da higienização de matérias-primas e superfícies de processamento por meio de agentes químicos, métodos de conservação, como por exemplo o tratamento térmico, são necessários para a garantia de segurança dos alimentos. No entanto, o uso de calor pode causar mudanças indesejáveis nos componentes dos alimentos e assim afetar negativamente as propriedades nutricionais, técnico-funcionais e sensoriais destes produtos (3).

Atualmente, é crescente as pesquisas relacionadas ao uso de tecnologias não térmicas de conservação, como o ozônio, capazes de diminuir a geração de resíduos na produção sem alterar as propriedades benéficas dos alimentos.

Diante da maior exigência dos consumidores por alimentos de qualidade, minimamente processados e que não gerem impactos negativos ao meio ambiente, as tecnologias não térmicas de processamento tem se destacado como uma alternativa promissora de conservação. Além disso, normalmente estas tecnologias são ecologicamente sustentáveis e economicamente viáveis na descontaminação de matérias-primas e alimentos processados, mantendo as suas características nutricionais e sensoriais (3). Dentre as tecnologias não térmicas, a aplicação de ozônio apresenta-se também como uma proposta atrativa para a redução da contagem de microrganismos em alimentos.

A utilização do ozônio é interessante por se tratar de um produto seguro, atuar como agente microbicida, não deixar resíduos (o ozônio se decompõe rapidamente em oxigênio) e não alterar as características dos alimentos se utilizado nas concentrações adequadas (4; 5). Entretanto, se aplicado em altas concentrações, o ozônio pode afetar a qualidade nutricional e sensorial de alimentos como frutas, implicando em mudanças no sabor e na cor. A intensidade destas alterações depende das características intrínsecas dos alimentos (composição, atividade de água, pH, potencial de oxirredução, dentre outras), da temperatura, pH e qualidade da água de diluição (6).

Desta forma, esta revisão tem como objetivo apresentar diferentes aplicações do ozônio na indústria de alimentos, seja como agente sanitizante de superfícies de processamento ou tecnologia não térmica de conservação de matérias-primas e produtos, bem como suas vantagens e limitações.

PROPRIEDADES DO OZÔNIO

A descoberta do ozônio se deu pela primeira vez por Schönbein em 1839 ao se estudar a decomposição eletrolítica da água (7). Entretanto, somente duas décadas depois que sua composição triatômica contendo apenas oxigênio foi descoberta de maneira mais clara (8). A estrutura de ressonância do ozônio é mostrada na Figura 1.

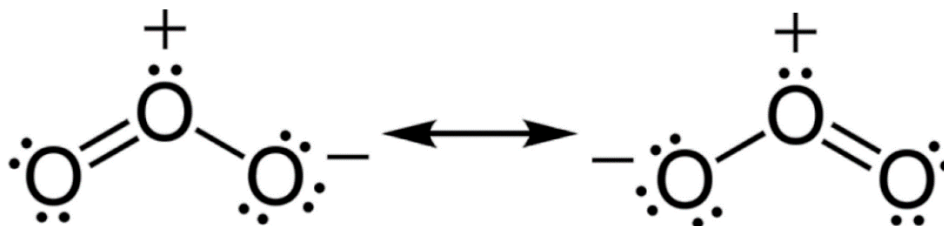


Figura 2 – Estrutura de ressonância do ozônio.
 Fonte: (9).

A forma comum de apresentar a estrutura do ozônio é a de ressonância, conforme mostrado na Figura 1, onde as estruturas são imagens espelhadas uma da outra. Porém, a estrutura molecular real do ozônio na natureza não é nenhuma dessas duas, mas uma média delas (Figura 2). As ligações pontilhadas são usadas para denotar a ligação média entre as duas moléculas de oxigênio.

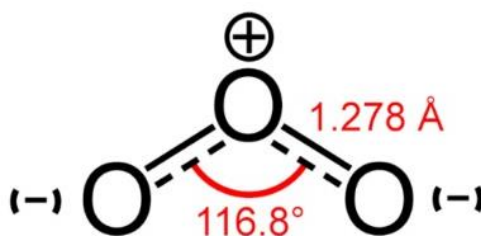


Figura 2 – A estrutura molecular do ozônio.
 Fonte: (9).

Como agente bactericida, o ozônio se destaca pelo sua eficácia contra bactérias (incluindo esporos), vírus, protozoários, fungos e leveduras, além de reagir com a matéria orgânica sem a formação de qualquer subproduto tóxico (10). Seu elevado potencial de oxidação está associado à habilidade em se difundir por meio de membranas biológicas. A ação antimicrobiana se dá por meio da oxidação dos glicolípídios, glicoproteínas e aminoácidos da parede microbiana, diminuindo a permeabilidade celular e, conseqüentemente, ocasionando rapidamente a sua lise (6).

Na indústria de alimentos, o ozônio é utilizado dissolvido na água ou na forma gasosa, sendo ambos muito utilizados em diversos alimentos como carnes, leite, ovo, frutas, além da sanitização de superfícies de processamento (11).

No caso do ozônio em solução aquosa, a qualidade da água desempenha um papel importante na eficácia do processo de ozonização. Se for utilizada uma água de má qualidade, as substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas e em suspensão reagem rapidamente com o ozônio, reduzindo sua eficácia e ação antimicrobiana (9).

O pH elevado favorece a decomposição do ozônio com a conseqüente formação de diferentes tipos de compostos oxidantes, como os radicais livres hidroxilas que se caracterizam pelo elevado poder de oxidação. Além do pH e temperatura, existem outros fatores que contribuem para a decomposição acelerada do ozônio, como é o caso da radiação ultravioleta (2).

Por ser um gás parcialmente solúvel em água, o ozônio aumenta sua solubilidade à medida que a temperatura decresce. Esta solubilidade em meio aquoso é dependente do teor

de matéria orgânica. Assim, quanto menos matéria orgânica presente, maior será o tempo de meia vida do ozônio em água e, conseqüentemente, maior a efetividade do tratamento (16).

Já o ozônio gasoso, por ser puro, apresenta alta reatividade e maior tempo de meia-vida. Por outro lado, a sua eficácia é afetada apenas pela quantidade de ozônio gerada no ambiente de armazenamento e pela taxa na qual ele é reduzido a oxigênio (9).

Comparando as duas formas de aplicação, Zorlugenç et al. (12) e Najafi e Khodaparast (13) relataram que o ozônio gasoso foi mais eficaz do que o ozônio dissolvido em água na redução de leveduras e fungos em figos secos e frutos de tâmaras.

As principais propriedades físico-químicas do ozônio são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 7 – Principais propriedades físico-químicas do ozônio.

Propriedades físico-químicas do gás ozônio	
Massa molar	48 Da
Massa específica (0°C e 101,3 KPa)	2,154 Kg/m ³
Ponto de ebulição	-111,9 ± 0,3°C
Solubilidade em água a 0°C	20 g/m ³
Solubilidade em água a 30°C	1,5 g/m ³
Temperatura crítica	-12,1 °C
Pressão crítica	5,53 MPa

Fonte: Adaptado (14; 15).

EFEITO ANTIMICROBIANO DO OZÔNIO

O ozônio é um poderoso agente oxidante, sendo eficaz na inativação de diversos microrganismos, como bactérias (inclusive esporos), fungos, leveduras, vírus e protozoários, além de formas esporuladas e cistos de protozoários que são mais resistentes (16; 17).

O efeito do ozônio na inativação das bactérias se dá pelas reações de oxidação dos vários constituintes, sendo o primeiro alvo a membrana celular. As bactérias gram-negativas são as mais sensíveis quando comparadas às gram-positivas, pois apresentam menor quantidade de peptidoglicano em sua parede celular (18).

As bactérias esporuladas apresentam maior resistência à inativação do que a sua forma vegetativa, como é o caso dos gêneros *Staphylococcus* e *Streptococcus* (cocos gram-positivos), *Bacillus* (bacilos gram-positivos) e *Mycobacteria* (bacilos gram-positivos) (19).

Os fungos apresentam uma resistência maior do que as bactérias em sua forma vegetativa (6). As leveduras também são inativadas quanto à presença do ozônio, sendo mais sensíveis do que os fungos (17). Já os vírus, no geral, apresentam uma maior resistência ao ozônio do que as bactérias vegetativas, porém são mais sensíveis quando comparados às bactérias esporuladas. Em sua forma de fago, são ainda mais sensíveis ao ozônio (19).

USO DO OZÔNIO NOS ALIMENTOS E EM SUPERFÍCIES DE PROCESSAMENTO

A maioria dos trabalhos disponíveis na literatura avaliam o efeito antimicrobiano do ozônio em frutas e hortaliças, com foco no controle de doenças pós-colheita e no armazenamento desses alimentos (2; 6).

O ozônio também pode ser utilizado na forma gasosa em câmaras frigoríficas e depósitos de alimentos, com o objetivo de proteger e conservar carnes e laticínios. A injeção direta do gás possui ação contra bactérias, fungos e infestações de insetos, mesmo com a

presença de calor e umidade, o que assegura maior tempo de validade comercial dos alimentos (20).

Ferreira (21) avaliou o efeito do gás ozônio dissolvido na água, considerando diferentes condições e combinações de concentração e tempo sobre microrganismos deteriorantes e patogênicos, além de possíveis efeitos na qualidade físico-química de morangos. Um dos principais problemas enfrentados no cultivo de morangos é devido ao uso incorreto de agentes químicos para o controle de pragas e doenças, afetando a qualidade. Resultados preliminares demonstraram que a utilização de água ozonizada é uma importante alternativa para a conservação deste alimento.

Minas et al. (22) relataram que o tratamento pós-colheita de kiwis com ozônio ($0,5 \mu\text{L.L}^{-1}$) resultou no atraso significativo no amadurecimento dos frutos, manteve a qualidade e prolongou o prazo de validade a 20°C . Isso foi atribuído à capacidade do ozônio de diminuir a biossíntese de etileno ao inibir a 1-aminociclopropano-1-carboxilato (ACS – ACC sintase) e 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC oxidase), que são as principais enzimas que catalisam a formação dos precursores do etileno.

Yaseen et al. (23) relataram que o armazenamento de maçãs a $1 \pm 1^\circ\text{C}$ com ozônio gasoso ($0,5 \mu\text{L.L}^{-1}$) resultou em qualidade pós-colheita superior após dois meses de armazenamento. Isso foi atribuído à capacidade do ozônio de reduzir a população de fungos.

Lanita, Silva (24) observaram um bom desempenho no controle de leveduras e bolores durante o processo de maturação de queijo parmesão por meio da aplicação de ozônio na concentração de $0,03 \text{ mg.L}^{-1}$ em câmara mantida a 11°C com umidade relativa entre 80 e 85% por aproximadamente 60 dias.

Greene, Guzel-Seydim, Seydim (25) estudaram a aplicação do ozônio na indústria de laticínios comparando a efetividade da água ozonizada com um sanitizante clorado para desinfecção de superfícies de metal contaminadas com leite UHT na presença de colônias de *Pseudomonas fluorescens* e *Alcaligenes faecalis* e concluíram que a eficácia de ambos os tratamentos teve resultados de 99% na redução da microbiota.

Shanshool (26) avaliou o efeito do ozônio gasoso no tratamento do leite cru para fabricação de queijos, com tratamentos de 5, 15 e 30 min. O leite foi processado a uma temperatura de 63°C / 30 minutos para adoção como tratamento controle. Os resultados dos testes microbiológicos indicaram que o ozônio gasoso teve efeito na redução do crescimento e inibição de microrganismos, sendo que esse efeito aumentou com o aumento do período de exposição de até 30 minutos.

Sheelamary, Muthukumar (27) avaliaram o efeito do ozônio ($0,2 \text{ g.L}^{-1}$ por 5, 10 e 15 min) no leite fluido. O tratamento levou a uma inativação completa de *Listeria monocytogenes* no final de 15 min.

Na Tabela 2 são apresentados outros trabalhos da aplicação de ozônio gasoso ou aquoso em alimentos.

Tabela 2 – Resumo dos estudos de descontaminação de alimentos por ozônio.

Tipo de alimento	Equipamento	Condição de tratamento	Microrganismo inativado	Referência
Tomates, morangos, coentro, alface	Ozônio aquoso	15 min. em concentrações de ozônio de $<1 \text{ ppm}$	<i>E. coli</i>	(28)
Mirtilo	Ozônio gasoso	64 min. em concentrações de ozônio de 5% (p/p)	<i>E. coli</i> e <i>Salmonella entérica</i>	(29)

Flocos de pimenta vermelha	Ozônio gasoso	360 min. em concentrações de ozônio de 9 ppm 90 seg. com concentração de ozônio aquoso de 12 ppm	Esporos de <i>Bacillus cereus</i>	(30)
Carne fresca	Ozônio aquoso	0, 5, 15 e 25 min. em concentração de ozônio de 35 e 45 mg/L	<i>E. coli</i>	(31)
Laticínios	Ozônio gasoso		<i>E. coli</i>	(32)

LIMITAÇÕES DO USO DO OZÔNIO

Um dos principais problemas da ozonização é a degradação oxidativa dos alimentos quando o ozônio é aplicado em altas concentrações. A eficiência do uso de ozônio depende de diversos fatores como o tipo de alimento e a população microbiana. Alta contagem microbiana pode exigir um tratamento com maiores concentrações de ozônio, o que não é adequado, pois implica em alterações indesejáveis no sabor e na coloração de alimentos como frutas e hortaliças (17). Alguns estudos relataram que o ozônio diminuiu o ácido ascórbico presente nos brócolis e o conteúdo de tiamina em farinha de trigo. Além disso, alguns produtos como grãos, especiarias e leite em pó apresentaram um efeito negativo na qualidade sensorial devido à oxidação de lipídios (6).

Outra desvantagem do ozônio está relacionada à sua instabilidade como sanitizante em concentrações inadequadas, pois ao reagir com a matéria orgânica dos alimentos, o gás decompõe-se em oxigênio e radicais livres (17).

A toxicidade ao ser humano é outro fator de grande importância a ser analisado durante a aplicação do ozônio, pois a sua aspiração direta é extremamente perigosa. Por se tornar um gás tóxico acima de certas concentrações (Tabela 3), são determinados limites máximos de exposição em que técnicos de plantas de ozonização devem ser submetidos a revisões médicas regulares (19). Por meio da Tabela 3, pode ser observado limites de referência para a exposição humana ao ozônio estabelecidos por órgãos regulamentadores norte-americanos.

Tabela 3 – Os níveis de referência para exposição humana ao ozônio.

Organizações	Níveis e tempo de Exposição
Occupational Safety and Health Administration	máx. de 0,1 mg/L e 8 h/dia
American National Standards	média de 0,1 mg/L e 8 h/dia
Institute/American Society for Testing Materials	máx. de 0,3 mg/L e 10 min/dia
American Conference of Government Industrial Hygienists	máx. de 0,1 mg/L e 8 h/dia
American Industrial Hygiene Association	máx. de 0,3 mg/L e 15 min/dia
	máx. de 0,1 mg/L e 8 h/dia

Fonte: Adaptado (17).

CONCLUSÃO

O ozônio é um agente antimicrobiano eficaz, possuindo elevado potencial de uso na indústria alimentícia. Sua aplicação durante o processamento e/ou estocagem, seja como sanitizante de superfícies de processamento ou tecnologia não térmica, é importante para o aumento da vida de prateleira de alimentos como frutas, hortaliças, carnes, ovos e leite. Entretanto, deve-se observar atentamente a sua concentração de uso, visto que se elevada pode oferecer riscos à saúde, bem como desencadear processos oxidativos nos alimentos, gerando *flavor* desagradável e alteração na coloração.

A ozonização, se corretamente aplicada, mostra-se uma tecnologia alternativa eficaz e relativamente barata para garantir a segurança dos alimentos ofertados aos consumidores, além de manter as suas características nutricionais e sensoriais. Alinhado a isso, obedece à crescente tendência de mercado por tecnologias que sejam ecologicamente sustentáveis e economicamente viáveis.

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. Monteiro J C. Avaliação do uso do Ozônio na sanitização de facas e na eliminação de *Salmonella Sp.* em língua Suína. Dissertação de mestrado. Londrina. 2021.
2. Coelho C C S, Silva O F, Campos R S, Bezerra V S, Cabral L M C. Ozonização como tecnologia pós-colheita na conservação de frutas e hortaliças: Uma revisão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.* 2015;19:369–375.
3. Van Impe J, Smet C, Tiwari B, Greiner R, Ojha S, Stulić V, Vukušić T, Jambrak A R. State of the art of nonthermal and thermal processing for inactivation of microorganisms. *J Appl Microbiol.* 2018;25:16-35.
4. Chiattonne P V, Torres L M, Zambiasi R C. Application of ozone in industry of food. *Al Nutr.* 2008;19:341-349.
5. Rozado A F, Faroni L R A, Urruchi W M I, Guedes R N C, Paes J L. Aplicação de ozônio contra *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* em milho armazenado. *Rev Bras Eng Agrí Amb.* 2008;12:282-285.
6. Kim J G, Yousef A E, Dave S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: A review. *J Food Prot.* 1999;62:1071-1087.
7. Tiwari B K, Rice R G. Regulatory and Legislative Issues. In: O'donnell C, Tiwari B K, Cullen P J, Rice R G. *Ozone in food processing.* Blackwell Publishing Ltd. 2012;7-17.
8. Gonçalves R F. Desinfecção de efluentes sanitários. Rio de Janeiro: ABES, RIMA 438 p.: il. Projeto PROSAB. 2003.

9. Shezi S, Magwaza L S, Mditshwa A, Tesfay S Z. Changes in biochemistry of fresh produce in response to ozone postharvest treatment. *Sci Hort.* 2020;269:109397.
10. Gonçalves A A. Ozone – an emerging technology for the seafood industry. *Brazilian Arch Biol Technol.* 2009;52:1527-1539.
11. Gonçalves A A, Kechinski C P. Ozone Technology in the Food Industry. In: SIEGLER, B. C. *Food Engineering.* New York. Ed: Nova Science Pub. 2011;2:85-146.
12. Zorlugenç B, Zorlugenç F K, Öztekin S, Evliya I B. The influence of gaseous ozone and ozonated water on microbial flora and degradation of aflatoxin B1 in dried figs. *Food Chem Toxicol.* 2008;46:3593-3597.
13. Najafi M B H, Khodaparast M H. Efficacy of ozone to reduce microbial populations in date fruits. *Food Control.* 2009;20:27-30.
14. Silva S B, Luvielmo M M, Geyer M C, Prá I. Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos. *Ciê Agrá.* 2011;32:659-682.
15. Freitas-Silva O, Souza A M, Oliveira E M M. Potencial da ozonização no controle de fitopatógenos em pós-colheita. In: Luz W C da. (org.). *Revisão anual de patologia de plantas.* 1.ed. Passo Fundo: Gráfica e Editora Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família. 2013b;21:96-130.
16. Graham D M. Use of ozone for food processing. *Food Technol.* 1997;51:72-75.
17. Silva S B, Luvielmo M M, Geyer I P. Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina.* 2011;32:659-682.
18. Russel A D, Hugo W B, Avliffe G A J. *Principles and practice of disinfection, preservation and sterilization.* Oxford: Blackwell Sci, 1999;3:826.
19. Vidal F J R. *Proceso de potabilización del agua e influencia del tratamiento de ozonización.* Madrid: Ediciones Díaz de Santos. 2003;253.
20. Novaes S F, Conte-Junior C A, Franco R M, Mano S B. Influência das novas Tecnologias de Conservação sobre os alimentos de origem animal. *Rev Cien Eletro Med Vet.* 2012.
21. Ferreira W F S. Eficácia da água ozonizada no controle de microrganismos em morango (*Fragaria X Ananassa Duch.*) e efeito na qualidade físico-química durante o armazenamento. *Dissertação de mestrado.* Brasília-DF, 2017.
22. Minas I S, Vicente A R, Dhanapal A P, Manganaris G A, Goulas V, Vasilakakis M, Crisosto C H, Molassiotis A. Ozone-induced kiwifruit ripening delay is mediated by ethylene biosynthesis inhibition and cell wall dismantling regulation. *Plant Sci.* 2014;229:76-85.
23. Yaseen T, Ricelli A, Turan B, Albanese P, D'onghia A M. Ozone for post-harvest treatment of apple fruits. *Phytopathol. Mediterr.* 2015;54:94-103.

24. Lanita, C S, Silva S B. Uso de ozônio em câmara industrial para controle de bolores e leveduras durante a maturação de queijo tipo parmesão. *Braz J Food Technol.* 2008;11:182-189.
25. Greene A K, Guzel-Seydim Z B, Seydim A C. A comparison of ozonation and chlorination for the disinfection of stainless steel surfaces. *J Dairy Sci.* 1993;76:3617-3620.
26. Shanshool A J. Study the Effect of Ozone Gas in Milk Treatment on Chemical and Microbial Properties of Soft Cheese Ozone gas effect on milk. *Indian J Ecol.* 2020; 47. 00:00.
27. Sheelamary M, M. Muthukumar. Effectiveness of Ozone in Inactivating *Listeria Monocytogenes* from Milk Samples. *World J Young Rese.* 2011;1: 40–44.
28. Gibson K E, Almeida G, Jones S L, Wright K, Lee J A. Inactivation of bacteria on fresh produce by batch wash ozone sanitation. *Food Control.* 2019;106:106747.
29. Bialka K L, Demirci A. Decontamination of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enteric* on blueberries using ozone and pulsed UV-light. *J Food Sci.* 2007;72:391–396.
30. Akbas M Y, Ozdemir M. Effect of gaseous ozone on microbial inactivation and sensory of flaked red peppers. *Int J Food Microbiol.* 2008;43:657–662.
31. Kalchayanand N, Worlie D, Wheeler T. A Novel aqueous ozone treatment as a spray chill intervention against *Escherichia coli* O157:H7 on surfaces of fresh beef. *J Food Prot.* 2019;82:1874-1878.
32. de Oliveira Souza S M, de Alencar E R, Ribeiro J L, de Aguiar Ferreira M. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 by ozone in different substrates. *Braz J Microbiol.* 2018;50:247-253.

Capítulo 20

doi.org/10.53934/9786599539664-20

POTENCIAL FERMENTATIVO DE BACTÉRIAS ÁCIDO LÁCTICAS AUTOCTONES: AVALIAÇÃO QUALITATIVA

JEFERSON RENAM PINHEIRO RODRIGUES¹; JUAN CARLOS NASCIMENTO SILVA²; MARILENE DA SILVA LIMA³; THIBÉRIO PINHO COSTA SOUZA⁴; VANUSA ALVES DE OLIVEIRA⁵; ROMERO LUIS MENDONÇA SALES FILHO⁶; ANAMÉLIA SALES DE ASSIS⁷

¹ Discente do Curso de Engenharia de Alimentos, UFape, Email: jeffersonrodrigues.eng23@gmail.com;

² Discente do Curso de Engenharia de Alimentos, UFape, Email: juancarlos.ufrpe@gmail.com

³ Docente do Curso de Engenharia de Alimentos, UFape. Email: marilene.lima@ufape.edu.br;

⁴ Docente do Curso de Engenharia de Alimentos, UFape. Email: thibério.souza@ufape.edu.br;

⁵ Mestre em Nutrição. Email: oliveiravanusa1971@gmail.com;

⁶ Docente do Curso de Engenharia de Alimentos, UFape. Email: romero.filho@ufape.edu.br

⁷ Docente do Curso de Engenharia de Alimentos, UFape. Email: anamelia.assis@ufape.edu.br

Resumo

As Bactérias Ácido Lácticas (BAL) autóctones têm sido investigadas nos últimos anos devido ao seu potencial fermentativo, além de atribuir características regionais aos produtos. Esse experimento foi realizado no laboratório da UFape e teve como objetivo, avaliar qualitativamente mix (*pools*) de BAL isoladas de queijo tipo coalho comercializados em feiras-livres da cidade de Garanhuns, PE. Foram utilizadas 5 amostras de queijos tipo coalho (Q1, Q2, Q3, Q4 e Q5). Inicialmente foi realizado o isolamento das BAL utilizado meio MRS e posteriormente testes morfotintorial e bioquímicos. Assim, obteve-se um mix de culturas de BAL de cada amostra. Posteriormente foram preparados inóculos com os isolados, 24 horas antes do experimento. Uma solução de leite integral e açúcar foi pasteurizada e resfriada para receber o inóculo. Após inoculação as soluções contendo os isolados foram incubadas individualmente a 40°C por 2,5 horas. A cada 30 minutos, amostras eram coletadas para avaliar as seguintes características físico-químicas: pH, ATT e SST. Também foi monitorado o tempo necessário para que cada solução formasse o coágulo firme, típico de uma coalhada. Os resultados dos testes morfológicos e bioquímicos mostraram que os *pools* das BAL eram predominantemente de cocos e bacilos. O *pool* da amostra Q4 coagulou as amostras com 2 horas de fermentação. As demais precisaram de 2,5 horas. No perfil físico-químico houve redução do pH e dos SST, com aumento da ATT, ao longo da fermentação, o que é esperado para o processo. Pode-se inferir que o grupo Q4 apresentou melhor potencial fermentativo que as demais estirpes. Contudo, são necessários mais testes para melhor investigação do desempenho das BAL utilizadas nesse experimento.

Palavras-Chaves: Microrganismos Autóctones, Queijo coalho, fermentação

1.Introdução

O conceito de bactérias lácticas, inicialmente, baseou-se na sua capacidade de fermentar e coagular o leite e incluíam, também, grupos de coliformes. Em 1901 Beijerinck descreveu o gênero *Lactobacillus*, separando esses microrganismos do grupo dos coliformes.

As bactérias ácido lácticas (BAL) são um grupo morfológicamente heterogêneo, com

cocos e bacilos. São microrganismos Gram positivos, não formam esporos, e são catalase negativa. Essa conseguem fermentar em anaerobiose e aerobiose. Entretanto nesta última forma o processo é mais lento. Tem como principal produto de fermentação, o ácido a partir dos açúcares (1).

As primeiras descrições desse grupo de bactérias, surgiu por volta de 1901 por Beijerinck. Elas podem ser encontradas em leite *in natura*, produtos lácteos, carnes, gramíneas, vegetais e mesmo do trato gastrointestinal do homem e são utilizadas desde tempos remotos, pelo homem. na produção de alimentos fermentados (2; 3; 1).

A fermentação de alimentos através das BAL, é uma das as formas mais antigas de conservação praticadas pelo homem. Nesse processo, as matérias-primas são convertidas por microrganismos, isolados e inoculados, em novos produtos resultando em um novo produto com características sensoriais diferenciadas. Além de ácidos, esses microrganismos que apresentaram em seus resultados, qualidades aceitáveis ou melhoradas como alimento. Além de produzir ácidos, as BAL apresentam atividades de autólise, produção de compostos voláteis, atividade de resistência a bacteriófagos, produção de bacteriocinas (4; 5; 6).

Pesquisas com o isolamento e o estudo de microrganismos de diferentes lácteos foi de fundamental importância na identificação de estirpes capazes de produzirem diferentes compostos de interesse para a indústria de alimentos. Segundo Morandi (7). As BAL autóctones derivadas de elites de cabra ou do leite de búfala, por exemplo, apresentam um grande potencial para serem aplicadas na produção de derivados lácteos visto que as mesmas já estão adaptadas ao meio de origem desde que respeitadas os meios e as suas características fisiológicas (8)

De acordo com Mangia et al (9), estudos com o uso da microbiota autóctone na fermentação de lácteos são particularmente encorajadores por melhor gerenciar e manter as características de um produto regional.

Essas bactérias já são utilizadas na indústria de alimentos. Seu uso como cultura inicial, na, impulsionou pesquisas para melhorar seu desempenho. Além disso elas proporcionam, durante a fermentação, alto rendimento de biomassa, de ácido láctico, robustez e características organolépticas agradáveis (10).

Assim, esse experimento teve como objetivo investigar, qualitativamente, o potencial fermentativo de bactérias ácido lácticas autóctones presentes em queijo do tipo coalho comercializados em feiras-livres na cidade de Garanhuns, PE.

2. Materiais e métodos

Esse experimento foi realizado no laboratório de microbiologia animal (LEBA) na UFRPE, no período de outubro a dezembro de 2019.

2.1 Amostras

Foram coletadas amostras de queijo tipo coalho (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5), adquiridos nas feiras-livres da cidade de Garanhuns, PE. As amostras foram transportadas (a 12°C), imediatamente, ao laboratório onde foram congeladas a -18°C, até o momento das análises.

2.2 Isolamento das BAL

Para isolamento dos pools das bactérias ácido lácticas, foram pesadas 10 g de cada amostra e adicionadas, individualmente, em erlemeyers contendo leite desnatado reconstituído e esterilizado (11). Após a inoculação, as amostras foram armazenadas em estufa bacteriológicas a 40°C por 24 horas para recuperação da flora láctica. Após esse período, retirou-se uma alíquota de 1 mL de cada amostra e inoculou-se individualmente em tubos de ensaio contendo o caldo MRS, estéril. As amostras foram novamente incubadas em ambiente anaeróbico (Jarra em anaerobiose) e levadas a estufa bacteriológicas a 40°C por 72 horas. Após esse período, o material foi diluído em caldo BHI e inoculado em placas

contendo ágar MRS e incubada em anaerobiose a 40°C por 72 horas, afim de obter colônias puras.

2.3 Identificação morfológica e teste da catalase

Após esse isolamento, colônias de cada amostra (isolado), foram submetidas a avaliação morfotintorial, através da coloração de GRAM e identificação morfológica, em microscópio óptico, para identificação das Bal's. Em seguida foi realizado o teste bioquímico da catalase, utilizando o H₂O₂ a 3%. Após a confirmação das BAL's, essas foram isoladas e armazenadas em leite desnatado (10%) estéril e congeladas a -18°C, para posterior experimento.

2.4 Fermentação

Para realizar a fermentação, cada pool, isolado foi repicado 24 horas antes do experimento, para reativação das cepas, em leite desnatado reconstituído (10%) estéril e armazenado em estufa bacteriológica sob condições de microaerófila. Em seguida foi utilizado como inóculo na fermentação.

Foi preparado uma solução leite integral, adicionado de 10% de sacarose comercial, tipo cristal, adquirido em supermercado local. A solução foi pasteurizada a 90°C por 10 minutos e resfriada imediatamente até atingir 40°C. Em seguida a solução (30 mL) foi distribuída em potes estéreis, com capacidade para 50 mL. Uma alíquota de 3 mL (10%) dos pools foi inoculada individualmente em cada pote. Esses foram armazenados em estufa BOD a 40°C. A cada 30 minutos (T0, T1, T2, T3, T4 e T5) 3 amostras de cada isolado, foram retiradas para posterior análises físico-químicas.

O potencial fermentativo de cada *pool* foi verificado através da formação da coalhada. As amostras foram monitoradas durante o processo fermentativo observando e registrando-se o tempo necessário a formação de um coágulo firme de cada grupo investigado. Contudo as mesmas permaneceram até o final do processo fermentativo para conclusão do experimento.

2.5 Análises físico-químicas

Todas as amostras coletadas, durante o processo fermentativo, foram submetidas as análises de Sólidos solúveis totais - SST (°Brix), pH, Acidez total titulável – ATT (12).

As análises de composição centesimal foram realizadas apenas no início e no final do experimento (T0 e T5). Foram as seguintes: umidade, atividade de água (aW), cinzas, gordura (12)

2.6 Análise estatística dos dados

O experimento foi realizado em triplicata. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância ANOVA e ao teste de tukey considerando 5% de significância ($p < 0,05$). Foi utilizado o software BlueSky Statistic, versão 6.0.

3. Resultados e Discussão

O isolamento específico de BALs utilizado nesse experimento, evidenciou a presença de cocos e bacilos no teste de Gram e posterior microscopia. Todas foram catalase negativa. Durante o processo fermentativo observou-se que os tempos para a formação do coágulo, não foram iguais entre as amostras. A amostra Q4 formou o coágulo após 2 horas de fermentação, enquanto que as demais Q1, Q2, Q3 e Q5, só conseguiram a formação de uma coalhada firme com 2,5 horas de fermentação. Foi verificado, que o ponto isoelétrico para a coagulação variou quando os pHs estavam entre 4,5 e 5,0.

Tabela 1. Resultados da composição centesimal de amostras fermentadas em diferentes tempos, com os isolados de bactérias ácido lácticas isoladas de queijos do tipo coalho.

Análises/tempo	Amostras				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Gorduras					

T0	0,08±0,0 ^A	0,10±0,0 ^A	0,07±0,0 ^A	0,08±0,0 ^A	0,11±0,0 ^A
T5	0,08±0,0 ^A	0,10±0,0 ^A	0,06±0,0 ^A	0,1±0,0 ^A	0,09±0,0 ^A
Cinzas					
T0	2±0,0 ^A	1,09±0,0 ^A	2,0±0,0 ^A	2±0,0 ^A	1,9±0,0 ^A
T5	2,0±0,0 ^A	1,0±0,00 ^A	2,0±0,0 ^A	2,1±0,0 ^A	2,0±0,0 ^A
Umidade (%)					
T0	79,7±0,04 ^A	80,2±0,03 ^A	83,1±0,12 ^A	79,13±0,22 ^A	80,81±0,3 ^A
T5	79,9±0,2 ^A	80,2±0,02	83,03±0,06 ^A	79,01±0,01 ^A	80,8±0,2 ^A
aW					
T0	1,0±0,00 ^A	1,0±0,00 ^A	1,0±0,00 ^A	1,0±0,00 ^A	1,0±0,00 ^A
T5	1,0±0,00 ^A	1,0±0,00 ^A	1,0±0,00 ^A	1,0±0,00 ^A	1,0±0,00 ^A

T- Tempo de fermentação; Média da análise ± desvio padrão. A- letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre os tempos ($p \leq 0,05$).

Os dados da Tabela, observa-se que não houve alteração na composição centesimal nos leites, ao longo do experimento.

3.1 Sólidos solúveis totais (SST)

Os resultados da tabela 2 mostram que os SST em todas as amostras, diminuíram ao longo do experimento. Vale ressaltar que esses valores iniciais (T0) de SST são decorrentes da adição de sacarose na etapa de preparo da solução. Essa redução de açúcares deve-se primordialmente ao metabolismo homofermentativo ou heterofermentativo desses microrganismos ao utilizarem hexoses e/ou pentose como fonte de energia e consequente produção de ácidos no final, sendo a via das pentoses ou a via das hexoses monofostato as mais comuns para obtenção do piruvato e lactato (13).

Tabela 2. Valores de SST de amostras fermentadas em diferentes tempos, com os *pools* de bactérias ácido lácticas isoladas de queijos do tipo coalho.

Isolados	Tempos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Q1	21,2±0 ^{Aa}	19,2±0 ^{Ab}	18,2±0,15 ^{Ac}	16,7±0,3 ^{Ad}	15±0 ^{ADe}	14,4±0,05 ^{Aef}
Q2	20,1±0,05 ^{Ba}	19,2±0 ^{Ab}	18,4±0,05 ^{Ac}	15,2±0,05 ^{Bd}	14,3±0 ^{ACef}	14,7±0,3 ^{Adf}
Q3	19,1±0 ^{Ca}	19,2±0 ^{Aa}	19,2±0 ^{B^{Da}}	17,7±0,3 ^{CDb}	18,7±0,3 ^{Ba}	14,3±0,06 ^{Ac}
Q4	18,2±0 ^{Da}	19,2±0 ^{Ab}	19,9±0,45 ^{Cc}	18,2±0,2 ^{Da}	15±0,06 ^{Dd}	14,3±0,06 ^{Ae}
Q5	19,2±0 ^{CEa}	19,1±0 ^{Aa}	19,7±0,35 ^{Da}	14,4±0 ^{Ebc}	14,3±0,1 ^{Ec}	14,2±0,15 ^{Ac}

SST- Sólidos Solúveis Totais; T- tempo; C- amostras de leite de cabra; Q – amostras de queijo tipo coalho. Média da análise ± desvio padrão. A- letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferença significativamente entre as amostras; a- letras minúsculas diferentes na mesma linha, diferença significativamente entre os tempos ($p \leq 0,05$).

3.2 pH

Os dados da Tabela 3 mostram que ocorreu uma redução do pH ao longo do experimento em todas as amostras. A diminuição foi observada a partir do T2 e continuou até o final do experimento. A amostra Q5 foi a que apresentou menor pH entre todas as amostras ao final do experimento.

A redução do pH, é um comportamento comum durante a fermentação ou armazenamento, graças ao acúmulo de ácidos produzidos pelas BAL durante a assimilação dos açúcares contido nos substratos (14; 15).

Tabela 3. Valores de pH de amostras fermentadas em diferentes tempos, com os *pools* de bactérias ácido lácticas isoladas de queijos do tipo coalho.

Isolados	Tempos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Q1	6,4±0,01 ^{Aa}	6,1±0,0 ^{Aa}	5,7±0,02 ^{Ab}	5,4±0,0 ^{ACb}	5,2±0,0 ^{Ac}	5,1±0,04 ^{Ac}
Q2	6,3±0 ^{Ba}	6,1±0,01 ^{Aa}	5,6±0,0 ^{Abc}	5,3±0,0 ^{ABe}	5,2±0,0 ^{Adc}	5,0±0,0 ^{Ad}

Q3	6,3±0,0 ^{Ba}	6,2±0,0 ^{Aa}	5,9±0,0 ^{ACbc}	6,6±0,03 ^{CDcd}	5,4±0,09 ^{Ade}	5,16±0,16 ^{Ae}
Q4	6,2±0,01 ^{Ba}	6,1±0,01 ^{Aa}	6,1±0,31 ^{BC}	5,4±0,04 ^{ADbc}	5,6±0,0 ^{Ac}	5,0±0,06 ^{Ad}
Q5	6,3±0,0 ^{Ba}	6,2±0,0 ^{Aa}	5,6±0,02 ^{Ab}	5,0±0,02 ^{Bc}	4,8±0,0 ^{Bd}	4,5±0,0 ^{Bd}

T- tempo; C- amostras de leite de cabra; Q – amostras de queijo tipo coalho. Média da análise ± desvio padrão. A- letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem significativamente entre as amostras; a- letras minúsculas diferentes na mesma linha, diferem significativamente entre os tempos ($p \leq 0,05$).

Esses resultados são condizentes com os resultados de Cavalcanti *et al* (16). Esses investigaram o pH de diferentes marcas de iogurtes comerciais e, observaram uma variação de 3,75 a 4,26. Valores esses, abaixo dos encontrados nesse estudo, visto que as amostras desse experimento não tiveram tempo de maturação.

3.3 Acidez Total Titulável (ATT)

De acordo com os dados da Tabela 4 podemos observar que, com o decorrer do processo fermentativo, houve aumento da ATT ao longo do processo. Entretanto a amostra Q3, não apresentou aumento significativo no final do experimento.

Esses valores iniciais, maiores, deve-se, provavelmente, aos ácidos já presente no inóculo fermentativo, produzidas pelas BAL.

O aumento da acidez também foi observado por Rodriguez (17) quando elaborou iogurte com leite de cabra e, nesse estudo, está relacionado a assimilação dos microrganismos a lactose convertendo e aumentando, conseqüentemente, o percentual de ácido láctico no meio.

Tabela 4. Valores de ATT (g/ ácido cítrico/mL) de amostras fermentadas em diferentes tempos, com os *pools* de bactérias ácido lácticas isoladas de queijos do tipo coalho.

Isolados	Tempos					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Q1	4,8±0,1 ^{Aa}	2,1±0,1 ^{Ab}	3,4±0,0 ^{Ac}	4,2±0,0 ^{ABd}	6,3±0,0 ^{Ae}	6,0±0,1 ^{Af}
Q2	2,5±0,0 ^{BCa}	2,2±0,05 ^{Aa}	4,0±0,05 ^{Bb}	4,5±0,05 ^{BCc}	6,0±0,0 ^{Bd}	6,1±0,1 ^{Ae}
Q3	4,6±0,1 ^{BDa}	2,3±0,05 ^{Ab}	3,0±0,0 ^{Cc}	4,0±0,0 ^{ADd}	4,5±0,05 ^{Ca}	4,5±0,05 ^{Ba}
Q4	2,7±0,2 ^{BCa}	2,4±0,0 ^{Ab}	2,5±0,05 ^{Dc}	4,0±0,0 ^{AEd}	5,5±0,0 ^{De}	5,1±0,0 ^{Cf}
Q5	2,5±0,1 ^{BCa}	2,3±0,0 ^{Aa}	5,3±0,0 ^{Eb}	6,5±0,0 ^{Fc}	8,5±0,0 ^{Ed}	8,4±0,1 ^{De}

ATT- Acidez Total Titulável; T- tempos; Q – amostras de queijo tipo coalho. Média da análise ± desvio padrão. A- letras maiúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem significativamente entre as amostras; a- letras minúsculas diferentes na mesma linha, diferem significativamente entre os tempos ($p \leq 0,05$).

De acordo com Leroy *et al* (18) a adição de carboidratos fermentáveis é considerada essencial no substrato, desde que a microbiota envolvida poderá utilizá-lo. A acidificação gerada contribui para o desenvolvimento das propriedades sensoriais dos alimentos fermentados. Ainda segundo o autor, a rápida acidificação é esperada das culturas iniciais autóctones nas matérias-primas, conseqüentemente o desenvolvimento de características sensoriais nos produtos finais.

4. Conclusões

Conforme os dados desse experimento, verificou-se que o mix, de bactérias isoladas dos queijos, eram predominantes de cocos e bacilo. As bactérias isoladas da amostra da amostra Q4 apresentou melhor resultado, coagulando o leite em 2 horas. Entretanto mais testes de identificação e fermentação se faz necessário por se tratar de uma cultura mista de BAL.

5. Referências bibliográficas

- Salminen, S.; Wright. Lactic acid bacteria. microbiology and functional aspects, 1998, 2: 1-73.
- Silva K. M. S. Avaliação comportamental do potencial efeito de bifidobacteriumlactis hn019[®] em modelo animal de depressão e ansiedade. (Dissertação) Londrina-PR. UNOPAR, 2017.

3. Almeida junior, W.L.; Ferrari, I.S.; Souza, J.V.; Silva, C.D.A.; Costa, M.M.; Dias, F. S. Characterization and evaluation of lactic acid bacteria isolated from goat milk. *Food Control*. 2015, 53:96-103.
4. Silva, L. J. M. Isolamento e caracterização bioquímica das bactérias do ácido láctico do queijo são jorge dop. (Dissertação). Açores-Portugal. Universidade dos açores. 2011.
5. Zotta, T.; Parente, E.; Ricciardi, A. viability staining and detection of metabolic activity of sourdough lactic acid bacteria under stress conditions. *world journal of microbiology and biotechnology*, 2009,25:1119-1124.
6. Chougrani, F.; Bekada, A. M. A.; El Soda, M.; Bensoltane, A. Enumeration and identification of lactic microflora in algerian goats' milk. *african journal of biotechnology*, 2007, 6:1854-1861.
7. Morandi, S.; Brasca, M. Safety Aspects, Genetic diversity and technological characterization of wild-type streptococcus thermophilus strains isolated from north italian traditional cheeses. *food control*, 2012, 23:203-209.
8. Zdolec, N.; Dobranić, V.; Horvatić, A.; Vucinic, S. Seleção e aplicação de culturas indicadoras funcionais autóctones em salsichas fermentadas croatas tradicionais. *International food research journal*, 2013, v. 20, n. 1, p. 1-6, 2013.
9. Mangia, N.; Garau, G.; Murgia, M.; Bennani, A.; Deiana, P. Influence of autochthonous lactic acid bacteria and enzymatic yeast extracts on the microbiological, biochemical and sensorial properties of lben generic products. *Journal of dairy research*, 2014, 81: 193-201.
10. Smid, E. J.; Kleerebezem, M. Production of aroma compounds in lactic fermentations. *annual review of food science and technology*, 2014, 5:313-326.
11. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods (APHA, 4ª Edição) *Apud* Silva, N. et al. *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos*. 3ª Ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007.
12. Instituto adolfo lutz. normas analíticas. Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. São Paulo 3.ed., 2005.
13. Oliveira, M. O. *Tecnologia de produtos lácteos funcionais*. São Paulo. Atheneu: 2009.
14. Lima, M. B. C.; Oliveira, E. N. A; Feitosa, B. F.; Feitosa, R. M.; Freitas, P. V. C. Estabilidade físico-química de iogurtes caprinos adoçados com méis de diferentes florada. *Holos*, 2020, 36: 1-12.
15. Revers, L. M.; Danielli, A.J.; Iltchenco, S.; Zeni, J.; Steffens, J. Obtenção e caracterização de iogurtes elaborados com leites de ovelha e de vaca. *Revista ceres*, 2016, 63:747-753.
16. Cavalcanti, A. L; Oliveira, F. K; Paiva, P. S.; Dias, M. V. R; Costa, S. K. P; Vieira. F. Determinações de sólidos solúveis totais (°Brix) e pH em bebidas lácteas e sucos de frutas industrializados. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*. 2006, 6:57-64.
17. Rodriguez, V. A.; Cravero, B. F.; Alonso, A. Processo de elaboración de yogur deslactosado de leche de cabra Processo para elaboração de iogurte deslactosado de leite de cabra. *Ciência e tecnologia de alimentos*. 2008, 28:109-115.
18. Leroy, F.; Verluyeten, J.; de Vuyst, L. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International. journal of food microbiology*, 2006, 106: 270-285.

SISGEN: A2A3940

Capítulo 21

doi.org/10.53934/9786599539664-21

DESENVOLVIMENTO DE SORO DE QUEIJO BOVINO DESPROTEINIZADO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE EXOPOLISSCARÍDEOS (EPS) MICROBIANO

Saionara Soares¹; José Honório Pereira Lopes Neto¹; Renata Eça Santos¹; 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>, <belcampos.va@gmail.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 bovino é um dos principais resíduos da indústria de lácteos. Apesar de ser utilizado para fabricação de alguns produtos, ainda é amplamente descartado e de maneira inadequada, provocando danos ambientais e econômicos. Entretanto, o soro possui alto poder nutritivo podendo ser útil em processos fermentativos. O objetivo deste trabalho é desenvolver um soro de queijo bovino desproteínizado para ser utilizado como possível substrato na produção de exopolissacarídeos microbiano. O soro de queijo in natura (T1) e tratado (T2) foi analisado quanto ao pH, teor de gordura (%); acidez titulável, teor de proteínas (%), resíduo mineral fixo (%), extrato seco desengordurado (%), umidade (%) e açúcares totais (%). Verificou-se que o processo de retirada de gordura e proteínas, que são possíveis interferentes na extração de EPS microbiano utilizando soro de queijo como substrato, foi adequado, pois reduziu significativamente seus teores de 0,53% para 0,22% para proteínas e 0,40% para 0,05% para gordura. Portanto, este trabalho desenvolveu um método alternativo para o manejo de soro de queijo de leite de vaca, que além de reduzir o impacto ambiental, também pode ser utilizado para produção de EPSs por BAL para serem utilizados pelas indústrias de alimentos.

Palavras-chave: Subproduto; desproteínização; lácteos; Meio de cultura.

INTRODUÇÃO

O soro de queijo é o principal subproduto da fabricação de queijos, é considerado o resíduo mais contaminante gerado pela indústria de laticíneos. Pode causar excesso de

consumo de oxigênio, eutrofização e toxicidade nos ambientes receptores, quando descartado de forma incorreta, mais de 50% (cinquenta por cento) do produto mundial ainda é descartada em estações de tratamento de águas ou utilizada na alimentação de animais. A indústria aproveita apenas 10% (dez por cento) transformando em concentrado de proteína de soro para comercialização, diminuindo os custos com o descarte adequado ou a geração de poluição devido a alta demanda biológica de oxigênio do soro (1, 2).

O soro de queijo é um fluido de coloração amarelo-esverdeada que permanece após a remoção de gordura e caseína do leite durante fabricação de queijos (2, 3). O volume de resíduos produzidos na indústria de fabricação de queijos aumentou muito, é importante ressaltar que, para produzir 1 Kg de queijo, são necessários em média 10 L de leite, originando 9 L de soro, resultando em custos para o descarte adequado desse efluente (4). O soro é classificado como ácido (resultado da fermentação láctica) ou doce (obtido pela adição de coalho), é um substrato promissor na geração de biopolímeros através de culturas microbianas, principalmente por bactérias ácido lácticas (5).

Possui propriedades nutricionais variáveis, que dependem da raça e espécie do animal, alimentação, tipo de queijo e do processo de fabricação aplicado ao produto. Contém água, minerais, vitaminas do grupo B, também estão presentes carboidratos, proteínas solúveis, lipídeos, enzimas proteolíticas, ácidos orgânicos (ácido cítrico e láctico), nitrogenados proteicos e não proteicos como a ureia e o ácido úrico (6, 2, 7).

Quadro 1- Composição centesimal de leite e soro bovino

COMPONENTES	Leite bovino	Soro bovino
Cinzas (%)	0,7	0,7
Sólidos totais (%)	12,8	6,35
Proteína (%)	3,7	0,9
Gordura (%)	3,7	0,04
Lactose (%)	4,9	4,9 – 5,0
Umidade (%)	87,2	93,5
pH	6,2 a 6,8	4,3 – 6,8

Fonte: Galdino et al. (6)

Apenas uma pequena quantidade do soro produzido é aplicada diretamente em outros alimentos, como em bebidas lácteas ou em queijo ricota. O consumidor está cada vez mais exigente, buscando por produtos seguros e oriundos de uma cadeia fabril sustentável, para atender o mercado, os produtores de laticínios estão em uma busca constante por inovações. Uma das últimas tendências na área é o uso de bactérias lácticas (BAL) nativas isoladas de fontes lácteas (6, 8).

Uma alternativa economicamente viável para transformar o soro de queijo em produtos rentáveis é aplicando-o como meio de cultura para fermentação de algumas bactérias, leveduras e algas, para que este fato se torne possível, é necessário que o soro seja submetido a um processo de desproteíntização sem a utilização de enzimas proteolíticas, que tornariam o processo muito dispendioso (1).

Nas últimas décadas, a indústria de lácteos começou a utilizar BAL não apenas como cultura iniciadora, mas também como um bio-suplemento capaz de produzir ácidos orgânicos, compostos antibacterianos, peptídeos bioativos e exopolissacarídeos (EPS), que representam um grande grupo de biopolímeros produzidos durante o processo metabólico desses microrganismos (9). Os EPS microbianos podem ser adicionados a uma grande variedade de produtos alimentícios, atuam como agentes estabilizantes,

viscosificantes, emulsificantes, gelificantes, ingredientes funcionais e podem aumentar a viabilidade probiótica (1). A formação exitosa de EPS depende principalmente de um meio de cultura adequado para fabricação *ex situ*, permitindo melhora no rendimento e pureza dos constituintes, sendo diretamente afetada pelas condições do meio de cultura, como a composição do meio, fontes de carbono e de nitrogênio (10).

Os EPSs são tipicamente favorecidos com vários potenciais de aplicação devido às atividades fisiológicas e funcionais distintas. Vários estudos têm mostrado que EPSs derivados de BAL podem contribuir para a saúde humana como prebióticos e aumento na viabilidade probióticos (10).

Este estudo teve como objetivo a produção de uma matriz para ser utilizada como meio de cultura de BAL a partir de soro de queijo de leite de vaca, com o intuito de produção de EPS, visando minimizar custos e tornar viável a fabricação em larga escala desses biopolímeros para utilização principalmente na indústria alimentícia.

MATERIAL E MÉTODOS

O soro de queijo de leite de vaca (SQB) 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 de vaca foi adquirido do mercado local de João Pessoa-PB, da marca Betânia (Fortaleza, CE), já pasteurizado e envazado em embalagens de PVC flexível de 1 L. As amostras de SBQ foram mantidas sob congelamento ($-18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) em recipientes de PVC estéreis, com tampa, com capacidade de 1000 mL, até utilização para realização das análises.

A figura 1 apresenta o fluxograma de processamento do queijo minas frescal para obtenção do SQB, para posterior desproteínização.

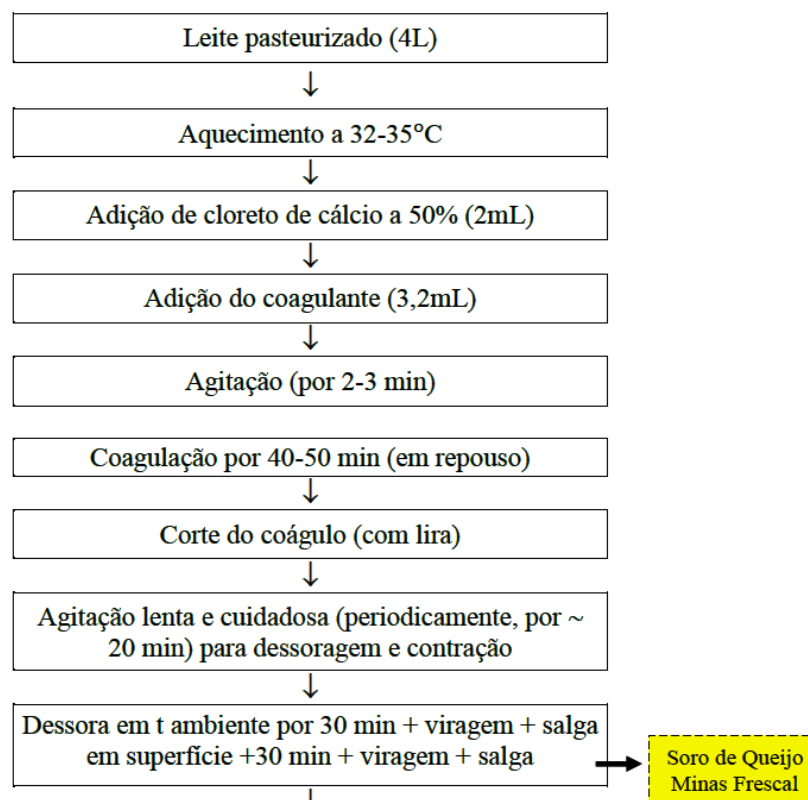


Figura 1: Fluxograma de processamento do queijo minas frescal para obtenção do SQB
 Fonte: autores

As análises de caracterização físico-química foram realizadas, respectivamente, no Laboratório de Análises Físico-Químicas/CTDR/UFPB. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O soro foi centrifugado em centrífuga de bancada (Eppendorf Centrifuge 5430 R, Hamburgo, Alemanha) a 6.500 rpm, 4 °C durante 10 min. a fim de eliminar resíduos de caseínas. Posteriormente, foi corrigido o pH para 4,3 com auxílio de HCl 1 M, de acordo com procedimento descrito na literatura (2), a fim de provocar a precipitação de caseínas residuais. Em seguida, o meio foi aquecido em vapor fluente (100 °C) por 30 min. à pressão atmosférica. Após, resfriar é feito o reajuste do pH para 6,8 com auxílio de NaOH 1 M. A suspensão foi centrifugada a 6.500 rpm, 4 °C durante 10 min. Este estudo buscou um protocolo escalonável, aplicável e reprodutível na indústria de laticínios, por isso optou-se pela desproteínição aplicando processo de tratamento térmico em autoclave a 100 °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, visando diminuir custos para que a aplicação desse protocolo seja possível pela indústria de lácteos (11).

As análises foram realizados de acordo com a A.O.A.C (14). O pH foi medido em pHmetro de bancada microprocessado P1200 (PHOX, Paraná, 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. O teor de cinzas foi determinado por incineração a 550 °C em forno mufla, sendo as amostras resfriadas em dessecador e posteriormente pesadas em balança analítica de bancada. 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°C até peso constante.

A determinação de açúcares totais foi calculada por diferença (12), 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, valor esse utilizado para produtos lácteos (13), por fim a determinação de Lipídios em soro de queijo bovino fluido foi feita pelo Método de Gerber, utilizando Lactobutirometro de Gerber com rolha e centrifuga de Gerber Universal (*Gerber Instruments* - Suíça) (12).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos das análises bromatológicas do soro bovino natural (T1) e após a desproteínização (T2) são apresentados na Tabela 1. A aumento da fonte de carbono durante o processo de desproteínização é benéfico, sendo utilizado como fonte energética pelas BAL (4).

O parâmetro de pH diferiu significativamente comparando o soro in natura (T1) com o soro após passar pelo tratamento para retirada das proteínas de caseínas residuais, gorduras e as proteínas do soro, precipitadas pela ação do calor (T4) ($p < 0,05$). Este resultado já era esperado devido o processo de tratamento do soro o qual tem o potencial hidrogeniônico ajustado para 6,5-6,8. Em resultância, a acidez sofreu diminuição significativa ($p < 0,05$) em T2. Macwan (15) estudou soro de queijo cheddar e relatou valores próximos para pH (6,70) e acidez (0,12%) dos encontrados neste estudo.

A umidade aumentou significativamente ($p < 0,05$) de T1 para T2. Isso deve-se aos demais parâmetros que estão associados a umidade como gorduras, proteínas, sais minerais. Um estudo envolvendo soro ácido bovino apresenta valor de umidade de $(91,79 \pm 0,04)$ (16), valor inferior ao encontrado no presente estudo. Em contrapartida o mesmo autor relata maiores valores para os demais parâmetros.

O teor de resíduo mineral fixo (cinzas) apresentou-se significativamente menor ($p < 0,05$) em T2, devido, principalmente, pelo processo de tratamento do soro com a centrifugação, o qual pode arrastar alguns minerais em suspensão. León-López (17) encontrou valores menores $(0,43 \pm 0,01\%)$ para soro de queijo cheddar. Logo, é evidente que o conteúdo de cinzas, neste presente trabalho, é adequado para sua utilização no processo fermentativo pelas bactérias ácido lácticas.

Tabela 1. Caracterização físico-química do soro de queijo bovino *in natura* e tratado

Parâmetros	T1	T2
pH	6,35 ^a ± 0,02	6,50 ^b ± 0,01
Acidez titulável (g ácido láctico / 100mL)	0,02 ^a ± 0,01	0,01 ^a ± 0,03
ESD (% m/m)	6,45 ^b ± 0,08	5,99 ^a ± 0,01
Umidade (% m/m)	93,15 ^a ± 0,08	93,96 ^c ± 0,01
Cinzas (% m/m)	1,09 ^a ± 0,01	0,55 ^b ± 0,02
Carboidratos totais (%)	4,94 ^a ± 0,17	5,20 ^b ± 0,03

Fonte: Dados da pesquisa; Média ± desvio padrão, n=3; ^{a-b}Em uma linha, médias seguidas de letras desiguais diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo test t. AW = atividade de água; ESD = Extrato Seco Desengordurado; T1 = soro bovino *in natura*; T2 = soro tratado.

Já os carboidratos permaneceram sem alteração significativa em comparação do soro *in natura* (T1) e tratado (T2) ($p > 0,05$). Saez-Lara (18) afirma que o teor de carboidratos é determinante para o processo fermentativo, uma vez que as bactérias utilizam o açúcar como o principal substrato. Além disso, os valores para teores de carboidratos presentes neste trabalho estão em consonância com Rako (19).

Os dados de proteína e gordura dos soros estão apresentados na Tabela 2. Os teores de proteínas e gorduras foram diminuídos significativamente de T1 para T2 ($p < 0,05$). Os valores encontrados neste presente trabalho estão substancialmente menores dos que relatados por outros autores que estudaram soros de queijo (20, 17, 16).

Tabela 2. Teor de proteínas e lipídeos do soro de queijo bovino *in natura* e tratado

Parâmetros	T1	T2
Proteínas (%)	$0,53^a \pm 0,12$	$0,22^b \pm 0,06$
Lipídeos (%)	$0,40^a \pm 0,01$	$0,05^b \pm 0,01$

Fonte: Dados da pesquisa; Média \pm desvio padrão, $n=3$; ^{a-b}Em uma linha, médias seguidas de letras desiguais diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo test t. T1 = soro bovino *in natura*; T2 = soro tratado.

Explica-se, basicamente, pela efetividade do processo de retirada de gordura e desproteíntização através da variação de pH, indução de temperatura e o processo de centrifugação, obtendo-se assim o tratamento 2. Todos esses processos contribuíram para a redução significativa desses dois parâmetros, que são considerados interferentes no substrato que será utilizado pelas bactérias ácido lácticas para produção de exopolissacarídeos. Vale ressaltar que não foi extraído completamente, visto que ainda são importantes, mesmo que em pequenas quantidades, no processo metabólico das bactérias para produção de ácido láctico.

Logo, evidencia-se que o tratamento dado ao soro de queijo bovino, é adequado como meio de cultura, pois teores de proteínas, gorduras, sais minerais, pH e acidez torna-o uma alternativa para produção de EPS através de bactérias ácido lácticas.

CONCLUSÕES

Este trabalho desenvolveu um método alternativo para o manejo de soro de queijo de leite de vaca, que além de reduzir o impacto ambiental, também pode ser utilizado para produção de EPSs por BAL para serem utilizados pelas indústrias de alimentos. A conversão microbiana de um subproduto alimentar em produtos com maior valor agregado é lucrativa auxiliando não apenas na conservação do meio ambiente, mas também para a criação da cadeia industrial de lácteos sustentável, sendo o produto dessa fermentação no soro de queijo como meio de cultura gerador de um vasto potencial para aplicação em diferentes áreas da indústria, não apenas a alimentícia, mas também a cosmética e de produtos farmacêuticos. Outros trabalhos utilizando o soro de queijo bovino como substrato de fermentação de BAL estão sendo desenvolvidos, visando produção de EPS por micro-organismos.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

1. Mileriene, J.; Serniene, L.; Kondrotiene, K.; Lauciene, L.; Andruleviciute, V.; Kasetiene, N.; Sekmokiene, D.; Malakauskas, M. Effect of Indigenous *Lactococcus lactis* on physicochemical and sensory properties of thermo-coagulated acid whey protein. *Journal of Food Process and Preservation*, 2021; 45:5. doi:10.1111/jfpp.15420
2. Chengcheng, L.; Ding, J.; Chen, D.; Shi, Z.; Wang, L. Bioconversion of cheese whey into a hetero-exopolysaccharide via a one-step bioprocess and its applications. *Biochemical Engineering Journal*, 2020; 161:107701.
3. M'hir, S.; Rtibi, K.; Mejri, A.; Ziadi, M.; Aloui, H.; Hamdi, M.; Ayed, L. Development of a Novel Whey Date Beverage Fermented with Kefir Grains Using Response Surface Methodology. *Journal of Chemistry*, 2019; 1:1-13.
4. 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.
5. Zotta, T.; Solieri, L.; Lacumin, L.; Picozzi, C.; Gullo, M. Valorization of cheese whey using microbial fermentations. *Applied Mic & Biotec*, 2020; 104(7):2749-2764.
6. Galdino, I. K. C. P. O.; Salles, H. O.; Santos, K. M. O.; Veras, G.; Buriti, F. C. A. Proximate composition determination in goat cheese whey by near infrared spectroscopy (NIRS). *Peer Journal*, 2020; 8:8619.
7. Barukčić, I.; Jakopović, K. L.; Božanić, K. Valorisation of whey and buttermilk for production of functional beverages - An overview of current possibilities. *Food Technology and Biotechnology*, 2019; 4:448–460.
8. Yerlikaya, O. Probiotic potential and biochemical and technological properties of *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* strains isolated from raw milk and kefir grains. *Journal of Dairy Science*, 2019; 102:124– 134.
9. Colombo, M.; Nero, L. A.; Todorov, S. D. Safety profiles of beneficial lactic acid bacteria isolated from dairy systems. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2020; 51:787–795.
10. Zhou, Y.; Cui, Y.; Qu, X. Exopolysaccharides of lactic acid bacteria: Structure, bioactivity and associations: A review. *Carbohydrate Polymers*, 2019; 207:317-332.

11. Santos, L. F.; Gonçalves, C. M.; Ishii, P. L. Suguimoto, H. H. Deproteinization: an integrated-solution approach to increase efficiency in β -galactosidase production using cheese whey powder (CWP) solution. *Resvista Ambiente & Água*, 2017; 12:4-643.
12. 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.
13. Burns, D. T. Kjeldahl, the man, the method and the Carlsberg laboratory. *Analytical Proceedings*, 1984; 21(6):210–214.
14. Boumaiza, M.; Colarusso, A.; Parrilli, E.; Garcia-Fruitós, E.; Casillo, A.; Arís, A.; Corsaro, M. M.; Picone, D.; Leone, S. 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. Macwan, S. R.; Parmar, S. C.; Prajapati, J. B.; Aparnathi, K. D. Evaluation of cheddar cheese whey and paneer whey as a growth medium for lactic acid bacteria. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 2016; 10:1261-1268.
16. Carrero-Puentes, S.; Fuenmayor, C.; Jiménez-Pérez, C.; Guzmán-Rodríguez, F.; Gómez-Ruiz, L.; Rodríguez-serrano, G.; Alatorre-Santamaría, S.; García-Garibay, M.; Cruz-Guerrero, A. Development and characterization of an exopolysaccharide-functionalized acid whey cheese (requesón) using *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2021; 1-8.
17. León-López, A.; Pérez-Marroquín, X. A.; Campos-Lozada, G.; Campos-Montiel, R. G.; Aguirre-Álvarez, G. Characterization of whey-based fermented beverages supplemented with hydrolyzed collagen: Antioxidant activity and bioavailability. *Foods*, 2020; 9:1-14.
18. Saez-Lara, M. J.; Gomez-Llorente, C.; Plaza-Diaz, J.; Gil, A. The role of probiotic lactic acid bacteria and bifidobacterial in the prevention and treatment of inflammatory disease and other related diseases: A systematic review of randomized human clinical trials. *BioMed Research International*, 2015; 1-15.
19. Rako, A.; Kalit, M. T.; Kalit, S.; Soldo, B.; Ljubenkov, I. Nutritional characteristics of Croatian whey cheese (Bračka skuta) produced in different stages of lactation. *LWT – Food Science and Technology*, 2018; 96:657-662.
20. Pescuma, M.; Valdez, G. F.; Mozzi, F. Whey-derived valuable products obtained by microbial fermentation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2015; 99:6183-6196.
21. Brasil. Instrução Normativa Nº 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.

Capítulo 22

doi.org/10.53934/9786599539664-22

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE MORTADELA DE CMS DE TILÁPIA DO NILO COM SABOR CAMARÃO

Raimundo Bernadino Filho¹; Osvaldo Soares da Silva²

¹Professor na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFape); E-mail: raimundo.bernadino@ufape.edu.br

²Professor na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); Centro de Ciência e Tecnologia; E-mail: osvaldo_so2002@yahoo.com.br

Resumo: A utilização dos resíduos da filetagem de peixes, como da tilápia do Nilo, para obtenção de Carne Mecanicamente Separada (CMS) pode ser uma alternativa de matéria-prima na elaboração de alimentos. Nesta pesquisa objetivou-se desenvolver e avaliar as características microbiológicas e sensoriais de uma mortadela elaborada com CMS de tilápia com sabor de camarão. Foram desenvolvidas três formulações de mortadelas com concentrações variadas de extrato aromático com sabor camarão. Na formulação M_{0,5} foi adicionado 0,5%, na formulação M_{0,75} 0,75% e na formulação M₁ 1% de extrato aromático. Nas análises microbiológicas determinou-se *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella sp.* e Coliformes a 45°C. Os testes de aceitação e intenção de compra foram realizados com 100 julgadores não treinados. Todas as formulações apresentaram características microbiológicas dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente no Brasil. Os testes sensoriais indicaram uma boa aceitação de todas as amostras de mortadelas, alcançando um índice de aceitabilidade de 85,97% para a formulação M₁ e de 84,42% e 80,25%, respectivamente para as formulações M_{0,75} e M_{0,5}. A adição de maiores concentrações do extrato aromático influenciou positivamente na aceitação dos produtos. Para o teste de intenção de compra, as formulações M_{0,5} e M₁ foram estatisticamente iguais e tiveram uma melhor avaliação. Pode-se dizer que as formulações desenvolvidas são uma alternativa para agregar valor aos resíduos do processamento da filetagem de tilápia, podendo ser empregados na elaboração de mortadela, com características mais saudáveis, nutritivas e com uma possível aceitabilidade para o comércio.

Palavras-chave: Análise microbiológica; embutido; pescado; teste sensorial.

INTRODUÇÃO

Atualmente a exigência dos consumidores por alimentos mais saudáveis tem motivado a indústria alimentícia a buscar matérias-primas e ingredientes para o desenvolvimento de novos produtos e reformulações dos produtos tradicionais. Esses consumidores buscam alimentos que sejam saborosos, visualmente atrativos e que, ao mesmo tempo, visem à saúde e o bem-estar. As carnes brancas dos peixes vão de encontro a essa nova realidade, pois são ricas em lipídios e proteínas de elevada digestibilidade e qualidade.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie de peixe que apresenta maiores índices de produção aquícola no Brasil, sendo que os principais produtos comercializados desta espécie são peixes inteiros congelados e, principalmente, os filés que representam a preferência de consumo da carne de tilápia pelo mercado consumidor nacional e internacional (1). Entretanto, apesar dos diversos aspectos positivos relativos ao cultivo da tilápia, uma das características indesejáveis desta espécie é o baixo rendimento de filé que fica em torno de 32% à 35%, gerando assim, grandes quantidades de resíduos nas indústrias pesqueiras, diminuindo a margem de lucro do sistema de produção (2).

Uma forma de aproveitamento dos resíduos sólidos da filetagem de tilápia que vem ganhando espaço no mercado é a obtenção da Carne Mecanicamente Separada – CMS, que pode promover uma valorização e agregação de valor a estes resíduos. A CMS constitui a fração comestível do pescado separada mecanicamente e seu rendimento em carne é superior ao da filetagem. Oferecendo maior vantagem para o produtor e também para o consumidor por ser um produto de alta qualidade nutricional. Esta matéria-prima pode ser utilizada para elaboração de surimi, kamaboko, análogos e embutidos emulsionados, para os quais o mercado está sendo direcionado. (3).

Segundo Moreira (4), os embutidos emulsionados se destacam como os produtos cárneos de maior industrialização e consumo no Brasil, sugerindo que seriam os mais aceitos e os mais acessíveis à população de baixo poder aquisitivo. A elaboração de emulsionados a partir CMS produzida com resíduos da filetagem da tilápia do Nilo poderá contribuir para evitar desperdícios, agregar valor ao produto e reduzir a poluição ambiental, além de poder facilitar o acesso da população a um alimento com elevado valor nutricional e com características mais saudáveis.

Diante do contexto exposto, nesta pesquisa objetivou-se desenvolver e avaliar as características microbiológicas e sensoriais de uma mortadela elaborada com carne mecanicamente separada de Tilápia do Nilo adicionada de extrato aromático com sabor de camarão.

MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima utilizada para obtenção da Carne Mecanicamente Separada (CMS) foram carcaças de tilápia do Nilo da espécie *Oreochromis niloticus*, provenientes do processo de filetagem manual.

Os Insumos utilizados na elaboração dos emulsionados como sal de cura, antioxidante, corante carmim de cochonilha e condimento para mortadela foram doados pela empresa Duas Rodas Industrial®, localizada no estado de Santa Catarina, Brasil. O cloreto de sódio, açúcar, fécula de mandioca, proteína texturizada de soja e o envoltório (tripa) artificial foram adquiridos em comércio local da cidade de Sousa, Brasil. O extrato aromático sabor camarão em pó foi obtido do cefalotórax de camarão branco (*Litopenaeus vannamei*), por meio de processo de liofilização.

Elaboração das mortadelas

Foram desenvolvidas três formulações com concentrações variadas de extrato aromático sabor camarão. Na emulsão M_{0,5} foi adicionado 0,5% de extrato aromático, na

emulsão $M_{0,75}$ 0,75% e na emulsão M_1 1%. Em todas as formulações foram adicionados os ingredientes em concentração fixa, como 1,5% de sal, 0,15% de sal de cura, 0,2% de antioxidante, 0,05% de pimenta branca, 0,05% de alho, cebola e salsa desidratada, 0,5% de condimento para mortadela, 0,07% de corante carmim de cochonilha, 3% de fécula de mandioca, 4% de proteína texturizada de soja (em pó) e 15% de gelo. As mortadelas foram elaboradas baseadas na técnica descrita por Moreira et al., (4), obedecendo o Regulamento Técnico de Qualidade e Identidade de Mortadela (5). A Figura 1 ilustra a sequência explanada da obtenção dos embutidos.

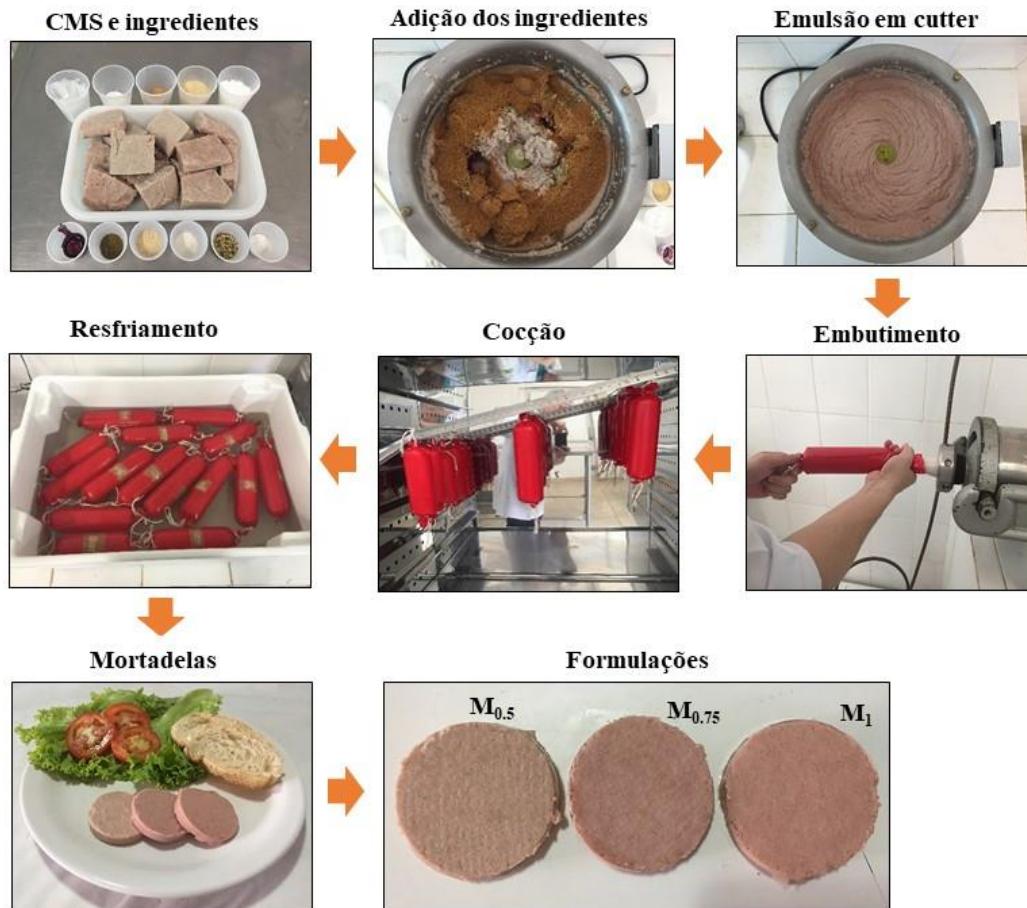


Figura 1 – Fluxograma de elaboração das mortadelas de CMS de tilápia do Nilo com sabor de camarão
 Fonte: O Autor, 2021

A CMS congelada foi homogeneizada em cutter, sendo na sequência realizada a etapa da mistura. Devido às características diferentes que os diversos ingredientes apresentam, existe uma ordem de adição para se produzir um efeito melhor. Os sais foram adicionados primeiramente, seguido dos demais ingredientes, incluindo nestes, o antioxidante e o extrato aromático. Após obter a emulsão cárnea, a massa foi embutida em embutideira mecânica usando envoltório artificial para dar forma ao produto. O embutido foi amarrado com fio de algodão a cada 20 cm, resultando em peças com cerca de 500 gramas.

As peças dos emulsionados, foram submetidas a cocção em estufa com circulação de ar, a qual foi realizada em quatro etapas: a primeira sob temperatura de 65 °C por 30 minutos; a segunda a uma temperatura de 70 °C por 30 minutos; a terceira a uma

temperatura de 75 °C por 30 minutos; e a quarta a uma temperatura de 80 °C até atingir uma temperatura interna de 72 °C. Concluído o processo de cocção, as peças foram rapidamente resfriadas em um banho de água e gelo, embaladas a vácuo em sacos de polietileno de baixa densidade e estocadas em câmara frigorífica à temperatura de 6 °C, para posteriores análises microbiológicas, físico-químicas, instrumentais e sensoriais.

Análises microbiológicas

Todas as análises microbiológicas foram realizadas de acordo com as metodologias propostas pela American Public Health Association (6). Foram realizadas as análises para os seguintes microrganismos: *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella sp.* e Coliformes a 45 °C, propostas pela RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (7).

Análise sensorial

Os testes sensoriais foram realizados com 100 julgadores não treinados com idade entre 15 a 44 anos, acomodados em cabines individuais (Figura 2), de ambos os gêneros, sendo que destes 53% eram do sexo feminino e 47% do sexo masculino, escolhidos em função de serem consumidores de mortadela e não ser alérgicos a camarão. Foram aplicados os testes de aceitação e intenção de compra conforme especificado por Stone e Sidel (8) e Meilgaard, Civille e Carr (9).

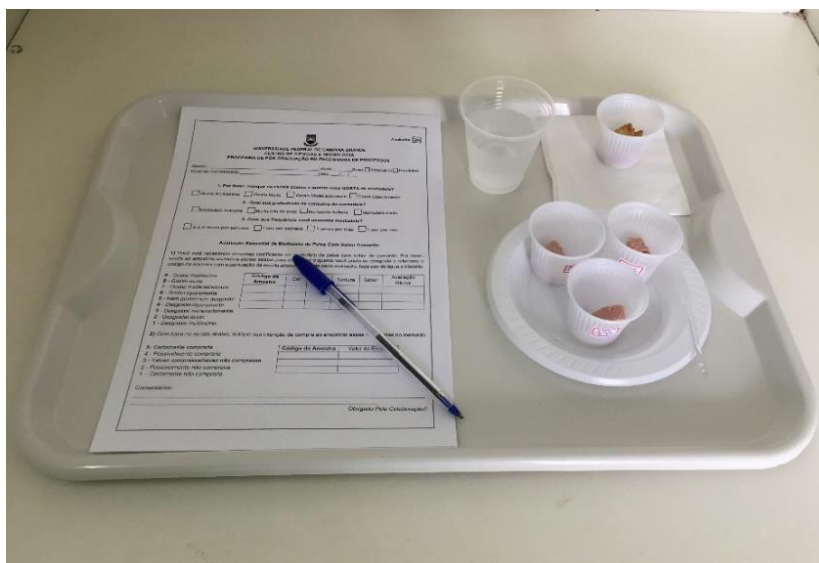


Figura 2 – Cabine preparada para análise sensorial
 Fonte: O Autor, 2021

O teste de aceitação foi realizado com uma escala hedônica de categoria verbal de nove pontos (9=gostei muitíssimo a 1=desgostei muitíssimo), para os atributos analisados (cor, aroma, textura, sabor e avaliação global). O teste de avaliação de atitude quanto à intenção de compra foi realizado utilizando-se a escala de categoria mista com cinco pontos (5= certamente compraria a 1= certamente não compraria).

Para se obter o índice de aceitabilidade (IA) do produto foi utilizado a Equação 4:

$$IA (\%) = A \times 100/B \quad (4)$$

Onde, A = nota média obtida para o produto, e B = nota máxima dada ao produto (10).

As amostras dos emulsionados elaborados, sob as diferentes concentrações de extrato aromático, foram servidas em cubos em copos plástico descartáveis de cor branca, codificados com números de três dígitos definidos de forma aleatória, acompanhadas de biscoito água e sal e um copo com água mineral natural para limpeza do palato entre a troca de amostras.

Análise estatística

Nos dados gerados no teste de aceitação das mortadelas, foram calculadas as médias e os desvios padrões e realizada a Análise de Variância (ANOVA), posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância pelo programa software ASSISTAT, versão 7.7 (11).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises microbiológicas

De acordo com os resultados (Tabela 1), todas as formulações produzidas estavam dentro dos padrões aceitáveis para consumo humano, obedecendo o que preconiza a resolução RDC n° 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (7).

Tabela 1. Caracterização microbiológica dos embutidos “tipo mortadela” de CMS de tilápia do Nilo com sabor de camarão

Análises	M _{0,5}	M _{0,75}	M ₁
<i>Salmonella sp.</i> / 25 g	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva/g (UFC/g)	0	0	0
Coliformes a 45 °C/g (NMP/g)	0	0	0

M_{0,5} (0,5% de extrato aromático); M_{0,75} (0,75% de extrato aromático); M₁ (1% de extrato aromático).

A ausência de *Staphylococcus* coagulase positiva/g, *Salmonella sp.* / 25 g e dos Coliformes à 45°C, asseguraram a estabilidade microbiológica das mortadelas, indicando que as formulações estavam de acordo com a Legislação vigente no Brasil, podendo ser empregados na análise sensorial (7).

Resultados semelhantes ao da Tabela 1 foram encontrados por Bartolomeu et al. (12) e Oliveira et al. (13), ao avaliarem a qualidade microbiológica de mortadela defumada elaborada com CMS de tilápia do Nilo, os autores obtiveram baixas contagens de *Staphylococcus* coagulase positiva/g (<10), ausência de coliformes à 45°C e de *Salmonella sp.*

Os resultados alcançados neste trabalho indicam que as formulações de mortadelas foram manipuladas e armazenadas corretamente conforme as normas de boas práticas de fabricação, estando assim adequadas para consumo.

Análise Sensorial

Teste de aceitação e índice de aceitabilidade

Como pode ser observado na Tabela 2, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey entre os atributos avaliados para as formulações M_{0,75} (0,75% de

extrato) e M₁ (1% de extrato), já em relação a formulação M_{0,5} (0,5% de extrato), houve diferença significativa em todos os atributos quando comparada a amostra M₁.

No atributo cor, de acordo com as médias obtidas (Tabela 2), pode-se observar que os tratamentos M_{0,75} e M₁ diferiram da formulação M_{0,5}. Estes dados podem ser justificados pela menor adição de extrato em M_{0,5}, que além de intensificar o sabor de camarão, contribuiu para o realce da cor vermelha. Bartolomeu et al. (12), avaliando a aceitação sensorial de mortadela de CMS de tilápia do Nilo, também encontraram valores próximos ao desta pesquisa para cor, ao contrário, Lago et al. (14), obtiveram resultados inferiores com média de 6,15 para o mesmo tipo de produto.

Tabela 2. Teste de aceitação das mortadelas de CMS de tilápia do Nilo com sabor camarão

Tratamentos	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Avaliação Global	Intenção de Compra*
M _{0,5}	7,00 ± 0,92 ^b	7,34 ± 0,98 ^b	7,18 ± 0,92 ^b	7,34 ± 0,95 ^b	7,25 ± 0,93 ^b	3,76 ± 0,74 ^b
M _{0,75}	7,72 ± 0,88 ^a	7,62 ± 0,89 ^{ab}	7,35 ± 0,88 ^{ab}	7,70 ± 0,92 ^a	7,77 ± 0,94 ^a	4,32 ± 0,76 ^a
M ₁	7,89 ± 0,89 ^a	7,80 ± 0,91 ^a	7,49 ± 0,88 ^a	7,77 ± 0,91 ^a	7,81 ± 0,89 ^a	4,38 ± 0,73 ^a

M_{0,5} (0,5% de extrato); M_{0,75} (0,75% de extrato); M₁ (1% de extrato). * Médias obtidas através de escala de cinco pontos.

Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

No atributo aroma, verificou-se que as formulações M_{0,5} e M_{0,75} não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$). A formulação M₁ adicionada de 1% de extrato apresentou a maior média para esse atributo (7,80) e diferiu estatisticamente da formulação M_{0,5} (7,34), indicando que a adição de maiores proporções de extrato sabor camarão influenciaram positivamente na percepção dos julgadores.

De acordo com a Tabela 2, é possível observar que para o parâmetro textura a formulação M_{0,5} diferiu de M₁, sendo esta estatisticamente igual a M_{0,75}. A formulação M₁, na análise sensorial apresentou a maior nota (7,49). A adição do extrato aromático em diferentes concentrações não alterou a textura de nenhum tratamento. Isto pode ser explicado pelo uso da mesma formulação para todos tratamentos, havendo apenas variação na quantidade do extrato adicionado.

Minozzo (15) e Dallabona et al., (16), encontraram dados próximos ao da Tabela 2 para o atributo textura ao avaliarem a qualidade sensorial de mortadela de CMS de tilápia, obtendo médias de escores respectivamente de 7,20 e 7,50, correspondentes ao termo “gostei moderadamente”. Avaliando a textura de embutido emulsionado de CMS de tilápia do Nilo, Lago et al. (14), obtiveram média de escore inferior ao desta pesquisa (6,02), assim como, Bernadino Filho et. al (17) que obteve média de 6,80 ao avaliar a textura de emulsionado “tipo mortadela” elaborado com surimi de peixe voador.

Para o atributo sabor, verifica-se (Tabela 2) que as formulações M_{0,75} e M₁ são estatisticamente iguais. As concentrações entre 0,75% e 1% de extrato sabor camarão poderia ser utilizadas no preparo dos embutidos sem interferências no sabor, contudo, a adição de 0,5% de extrato pode ser perceptível ao paladar dos julgadores, uma vez que a formulação M_{0,5} foi à única que diferiu significativamente das demais.

Em relação à avaliação global (Tabela 2), a maior nota alcançada foi para a formulação M₁ (7,81), sendo que a mesma não diferiu estatisticamente da M_{0,75} (7,77). Observou-se que a formulação M_{0,5} (7,25) foi a que recebeu a menor nota para este atributo diferindo-se das demais, contudo, os julgadores gostaram moderadamente de

todas as formulações ao atribuírem médias de escores correspondentes ao termo “gostei moderadamente”.

Conforme as médias para o teste de intenção de compra (Tabela 2), as formulações $M_{0,75}$ e M_1 são estatisticamente iguais e tiveram uma melhor avaliação com médias de 4,32 e 4,38 respectivamente, correspondente ao termo “possivelmente compraria”. A formulação $M_{0,5}$ diferiu estatisticamente das demais formulações, obtendo uma média de intenção de compra de 3,76, correspondente ao termo “talvez comprasse/talvez não comprasse. A cor pode ter sido um dos fatores que influenciaram a intenção de compra da formulação $M_{0,5}$, pois de acordo com Resurreccion (18), o aspecto do produto cárneo determina como os consumidores percebem a qualidade e influencia significativamente o comportamento de compra.

Com relação ao índice de aceitabilidade (Figura 3) todas as formulações tiveram uma boa aceitação de todos os atributos, com uma variação de 77,78% para a cor da formulação $M_{0,5}$ a 87,67% para a cor da formulação M_1 . Conforme Teixeira et al. (10), para que um produto seja considerado como aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que obtenha um índice de aceitabilidade de no mínimo 70 %.

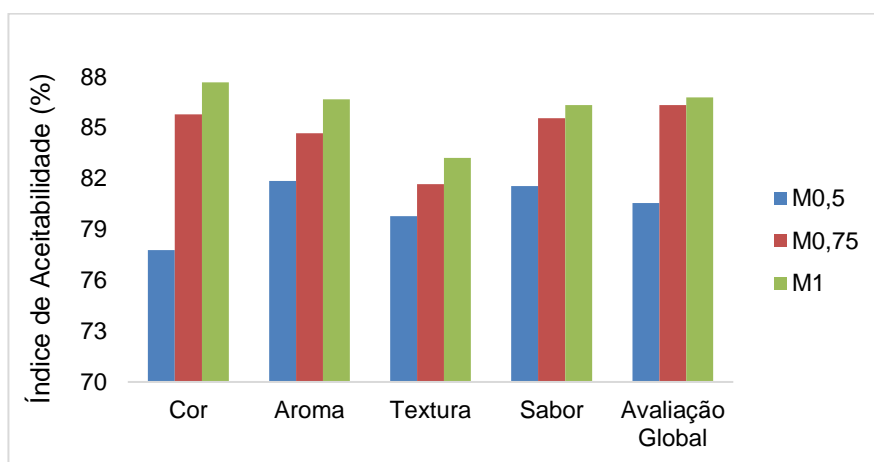


Figura 3 – Índice de aceitabilidade das mortadelas sabor camarão
 Fonte: O Autor, 2021

Os maiores índices de aceitabilidade foram para a formulação M_1 que continha 1% de extrato sabor camarão, alcançando uma média de aceitabilidade de todos os atributos de 85,97%, seguida da formulação $M_{0,75}$ com 84,42% e da formulação $M_{0,5}$ com 80,25%. A cor pode ter influenciado esta aceitação, uma vez que os pigmentos carotenoides presente nos extratos aromáticos intensificaram a cor rosa no produto, podendo ter interferido positivamente na preferência. No entanto, todas as formulações tiveram ótima aceitação, por atingirem índices de aceitabilidade superiores a 70%. Esses dados reforçam mais uma vez a viabilidade de elaboração de um embutido emulsionado “tipo mortadela” com sabor de camarão.

CONCLUSÕES

Todas formulações dos embutidos apresentaram características microbiológicas dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente no Brasil. Os testes sensoriais indicaram uma boa aceitação de todas as formulações de mortadelas com sabor de camarão. A adição de maiores concentrações do extrato aromático influenciou

positivamente na aceitação dos produtos. Os altos índices de intenção de compra para as formulações M_{0,75} e M₁ reforçam a viabilidade de elaboração de mortadela com sabor de camarão. Desta forma, as formulações desenvolvidas são uma alternativa para agregar valor aos resíduos do processamento da filetagem de tilápia, podendo ser empregados na elaboração de um produto popularmente conhecido, como a mortadela, com características mais saudáveis e nutritivas, podendo ser uma opção para incentivar o consumo de peixe pela população e reduzir a contaminação do meio ambiente ao evitar o descarte desses resíduos de forma inadequada.

REFERÊNCIAS

1. IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística/ 2016. Acessado em 30 de janeiro 2021. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/home/>.
2. Barroso R. M; Pincinato R. B. M; Munoz A. E. P. Informativo de Mercado da Tilápia: O mercado da tilápia – 2º trimestre de 2017. Embrapa Pesca Aquicultura. Palmas, TO. 2017. 1 p. Acessado em 30 de janeiro 2021. Disponível: <https://www.embrapa.br/pesca-aquicultura/publicacoes/mercado-da-tilapia>.
3. Gonçalves A. G. Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. 1ed. São Paulo/SP. Atheneu, 2011.
4. Moreira, R. T; Lemos A. L. S. C; Harada, M. M; Cipolli, K; Mendes, E. S; Guimarães, J. L; Cristianini, M. Desenvolvimento e aceitação de embutido emulsionado tipo mortadela elaborado com tilápia (*Oreochromis niloticus L.*). Higiene Alimentar. 2008; 22 (159): 47-52. Portuguese.
5. Brasil. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução Normativa nº 04, de 05 de abril de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela. Diário Oficial da União. Brasília (DF). Acessado em 09 abril de 2019. Disponível: <http://www.agricultura.gov.br/sislegis>.
6. APHA - American Public Health Association. Compendium of methods of the microbiological examination of foods. 4th. Edition. Washington D.C., 2001.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 02 de janeiro 2001. Acessado em 17 de fevereiro de 2019. Disponível: <http://www.anvisa.gov.br>.
8. Stone, H.; Sidel, J. L. Sensory Evaluation Practices. Academic Press, London. 1993.
9. Meilgaard, M.; Civille, G. V.; Carr, B. T. Sensory Evaluation Techniques. London, CRP Press, 287p, 1991.
10. Teixeira, E.; Meinert, E. M.; Barbeta, P. A.; Análise sensorial de alimentos. Florianópolis: UFSC, 1987.

11. Silva, F. de A. S. e.; Azevedo, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. J. Agric. Res.* 2016; 11(39): 3733-3740.
12. Bartolomeu, D. A. F. S. Desenvolvimento e avaliação da aceitação de embutido defumado “tipo mortadela” elaborado com CMS de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e fibra de trigo - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Portuguese.
13. Oliveira D. A. S. B.; Licodiedoff S.; Minozzo M. G.; Ninow J. L.; Furigo A.; Waszczyński N. Avaliação dos atributos de qualidade da mortadela defumada de peixe com adição de fibra de trigo através do perfil sensorial. In: XX Congresso Brasileiro De Engenharia Química. Florianópolis/SC. 2008; 1 - 8. Portuguese.
14. Lago A. M. T.; Vidal A. C. C.; Schiassi M. C. E. V.; Reis T.; Pimenta C.; Pimenta M. E. S. G. Influence of the Addition of Minced Fish on the Preparation of Fish Sausage: Effects on Sensory Properties. *Journal of Food Science.* 2017; 82 (2), 232- 242.
15. MINOZZO M.G. Patê De Pescado: Alternativa Para Incremento Da Produção Nas Indústrias Pesqueiras. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Portuguese.
16. Dallabona B. R.; Karam L. B.; Wagner R; Bartolomeu D. A. F. S.; Mikos J. D.; Francisco J. G. P.; Macedo R. E; Kirschnik P. G. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 2013; 42 (12): 835-843. Portuguese
17. Bernadino Filho, R.; Sousa, S.; Araújo, R. C.; Cavalcanti, M. T.; Navarro, L. A. O.; Queiroga, A. X. M. Development of smoked mortadella prepared with surimi of flying fish added Inulin and with fat reduction. *International Journal of Development Research.* 2018;08 (06): 21374-21377.
18. Resurrección, A. V. A. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Science.* 2003; 66: 11-20.

Capítulo 23

doi.org/10.53934/9786599539664-23

SORVETE SIMBIÓTICO “MOOD FOOD” UTILIZANDO YACON E *LACTOBACILLUS PLANTARUM* 299V: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Heloisa Cristina Mafra¹; Ana Maria Fausto Brandt²; Cíntia Maia Braga³

¹Estudante do Curso de Engenharia Química – EMCT - UNIVALI; E-mail: heloisacmafra@gmail.com, ²Engenheira Química – EMCT - UNIVALI; E-mail: anafbrandt@hotmail.com, ³Docente e pesquisadora da EMCT – UNIVALI E-mail: cmb@univali.br.

Resumo: Alimentos simbióticos são aqueles que contém probióticos em conjunto com prebióticos. Os probióticos possuem a capacidade de manter a microbiota intestinal em equilíbrio, à medida que os prebióticos contribuem para o desenvolvimento e ação dos microrganismos. O yacon é um alimento com potencial prebiótico, colocando-se como alternativa para o desenvolvimento de um sorvete simbiótico utilizando o microrganismo *Lactobacillus plantarum* 299v. A motivação de um sorvete simbiótico está na tendência "mood food" (bebidas e alimentos com alegações de humor e saúde emocional), aliada ao fato de que uma microbiota intestinal em equilíbrio contribui para a saúde mental e bem-estar. Com isto, objetiva-se nesse trabalho realizar a revisão bibliográfica quanto à possibilidade de fabricação do sorvete simbiótico, utilizando yacon e *L. plantarum* 299v com apelo “mood food”.

Palavras-chave: Prebióticos; probióticos; *Lactobacillus plantarum*; saúde mental.

INTRODUÇÃO

A RDC 267/2003 define gelados comestíveis como produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem a adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante o armazenamento, o transporte, a comercialização e a entrega ao consumo (1).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvete o consumo de sorvete per capita no Brasil em 2020 foi de 4,98 litros por ano (2). Desta forma, o setor de laticínios busca entregar produtos lácteos com características que estejam em consonância com o perfil dos consumidores, incorporando novas tendências (3).

Uma nova tendência de mercado é o conceito “mood food”. Devido ao aumento de distúrbios mentais, essa tendência propõe que a ingestão de determinados alimentos pode servir como uma abordagem não medicamentosa para minimizar transtornos de humor (4).

Essa melhora no humor se dá devido ao impacto da dieta sobre a microbiota intestinal, uma vez que pode induzir alterações de forma rápida na composição do microbioma e na rede neural do intestino (5).

As bactérias presentes no intestino intervêm na produção de triptofano e consequentemente de serotonina, conhecida como “hormônio da felicidade”. Logo, tem-se a relação evidente entre bem-estar e o equilíbrio da microbiota intestinal (6).

A produção desses hormônios pode ser afetada negativamente quando a proporção entre a quantidade de microrganismos benéficos e maléficos a microbiota está alterada, essa alteração é conhecida como disbiose (7).

Com o objetivo de restaurar o equilíbrio entre os microrganismos, utiliza-se de prebióticos e probióticos (8).

Desta forma, os probióticos se apresentam como organismos vivos com funções que podem manter uma integridade do revestimento intestinal através do equilíbrio do pH; ação antibiótica; regulação da imunidade e inflamação, bloqueio da propagação e invasão de bactérias patogênicas (9).

É importante que o microrganismo utilizado como probiótico possua capacidade adaptativa às condições intestinais. Desta forma, o *L. plantarum* apresenta-se como um dos microrganismos mais utilizados como probiótico (10).

Por outro lado, os prebióticos são componentes alimentares não digeríveis que instigam a proliferação ou atividade de microrganismos necessários no cólon, de maneira seletiva (11). Os prebióticos compreendem os frutanos, incluindo a inulina natural, oligofrutose, frutooligosacarídeos sintéticos, entre outros (12).

O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) pode atuar nos níveis de glicose no sangue devido a sua composição de até 20% de inulina e oligofrutose, sendo ele um alimento prebiótico em potencial (13) (14).

Através da associação de probióticos e prebióticos, tem-se alimentos simbióticos (15). Adicionar prebióticos a alimentos contendo probióticos torna os probióticos mais resistentes, permitindo que efetuem melhor sua função. Simbióticos têm efeitos benéficos ao organismo contribuindo, em especial, com a melhoria da microbiota intestinal do cólon, o que é um fator imprescindível no equilíbrio e manutenção da saúde (16).

Dado o exposto, o presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento bibliográfico que destaque o potencial de desenvolvimento de um sorvete simbiótico com alegação "mood food" utilizando *L. plantarum* 299v com base de yacon.

UTILIZAÇÃO DE *L. plantarum* 299v COMO PROBIÓTICO

Uma das maneiras de assegurar o equilíbrio da microbiota intestinal é através da suplementação da dieta com probióticos, que são definidos como organismos vivos, que quando consumidos em quantidade adequada, conferem benefícios à saúde de seu hospedeiro (17).

Para que os microrganismos sejam inseridos na dieta, são incorporados a alimentos. Desta forma, devem suportar o processo de manufatura, ser estável e viável nas condições ao qual são incorporados. Outro fator importante é que a inserção da bactéria probiótica não deve alterar as características sensoriais do alimento (18) (19).

O *L. plantarum* é uma bactéria ácido láctica que pode utilizar como suprimentos diversos açúcares, peptídeos e a maioria dos aminoácidos. Essa bactéria pode se associar a diversas superfícies e substratos, para que consiga crescer. Esses fatores fazem com que ela possa existir em uma grande variedade de nichos ambientais. O *L. plantarum* pode ser encontrado em diversos alimentos como laticínios, carnes e fermentações vegetais (10).

Muitos estudos clínicos reconheceram a cepa *L. plantarum* 299v como bactéria probiótica. Concluiu-se por exemplo que a cepa, ao ser administrada através de cápsulas

durante 14 dias não permitiu o aumento dos níveis de cortisol dos participantes da pesquisa (20).

Outros estudos observaram que a ingestão da cepa através da aplicação em suco de frutas aumentou a absorção de ferro (21). Também se relatou redução significativa nos níveis de colesterol LDL em pacientes com níveis moderadamente elevados de colesterol suplementando a dieta destes pacientes com uma bebida funcional contendo a cepa (22).

UTILIZAÇÃO DE YACON COMO PREBIÓTICO

Os prebióticos são ingredientes alimentares não digestíveis, que influenciam de forma seletiva o crescimento e/ou atividade de determinadas bactérias no cólon. Dentre essas bactérias estão os *Lactobacillus* (23) (24) (25).

Esses componentes não são absorvidos na parte superior do trato gastrointestinal ou hidrolisados por enzimas, são na verdade fermentados seletivamente no cólon por bactérias sacarolíticas. Frutos dessa fermentação são metabólitos que contribuem para o equilíbrio metabólico do intestino, como ácidos orgânicos (lactato e piruvato, gases como H₂, H₂S, CO₂) e ácidos graxos de cadeia curta (como acetato, propionato e butanato), levando a uma diminuição moderada do pH do cólon, de produtos nitrogenados e enzimas fecais (26) (24) (25).

Para que um ingrediente seja classificado como prebiótico, ele deve atender aos seguintes requisitos: ser resistente à acidez gástrica, hidrólise enzimática e absorção gastrointestinal e ser fermentado pela microbiota intestinal (25) (27).

Além disso, deve ser um substrato seletivo a bactérias intestinais associadas à saúde e bem-estar, estimulando o crescimento ou ativando o metabolismo delas e induzir efeitos sistêmicos e luminais (do lúmen, local de absorção do intestino) benéficos ao hospedeiro (25) (27).

A lactose, inulina, frutooligossacarídeos (FOS), galacto-oligossacarídeos (GOS) e os oligossacarídeos de leite humano são os ingredientes mais comumente aceitos como prebióticos (28).

Em vista desses requisitos, a yacon apresenta-se como um potencial prebiótico, uma vez que a mesma é descrita como o alimento com maior conteúdo de frutooligossacarídeos encontrado na natureza (29).

A yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma planta originária dos andes e introduzida no Brasil em meados de 1989, por descendentes japoneses (29) (14). Sua raiz tuberosa é definida como uma fruta levemente amarelada, crocante e com sabor frutado e adocicado. (30). A yacon é principalmente composta por água e carboidratos, que são armazenados na forma de FOS e outros açúcares livres (29).

Os FOS possuem entre 2 a 10 moléculas de frutose em sua cadeia. A inulina possui entre 2 a 60 moléculas. Desta forma, os FOS podem ser considerados um subgrupo da inulina (31).

Como os frutooligossacarídeos são açúcares não-redutores, eles não são suscetíveis à reação de Maillard. São estáveis a temperaturas até 140 °C e valores de pH superiores a 3. Desta forma, os FOS não modificam suas características em grande parte dos processos das indústrias de alimentos, tornando conseqüentemente o yacon um bom candidato a prebiótico (32).

Além da funcionalidade como prebiótico, os frutanos do tipo inulina se enquadram como fibras alimentares e aumentam significativamente a absorção de minerais, com destaque a cálcio e magnésio (33).

SORVETES SIMBIÓTICOS E O CONCEITO "MOOD FOOD"

O sorvete é descrito como um sistema coloidal, feito de uma emulsão de gordura e proteínas, cristais de gelo e bolhas de ar, dispersos em uma solução concentrada de fase aquosa, contendo ou não emulsificantes e estabilizantes (34).

Além do valor nutricional, o sorvete possui alta digestibilidade quando bem homogeneizado. Através do resfriamento, o sorvete causa um descongestionamento da mucosa gástrica inflamada e promove a secreção de enzimas digestivas. Esses fatores fazem com que o produto seja uma ótima fonte nutritiva para pessoas com pouco apetite, idosos e nos casos de úlceras e gastrites crônicas (35) (36).

Através desses fatos, o sorvete se apresenta como uma excelente matriz alimentícia para a divulgação de um alimento simbiótico. Seguindo a tendência “mood food”, estudos sugerem que alguns alimentos podem afetar o humor à medida que proporcionam uma experiência agradável através da palatabilidade, que no caso do sorvete é causada pela textura aveludada proporcionada pela gordura contida no sorvete (37) (4).

Alimentos e bebidas que utilizam o conceito “mood food” possuem as formulações enriquecidas com ingredientes como aminoácidos, cafeína, vitaminas, minerais, probióticos, entre outros, que atuam fisiologicamente produzindo a sensação de bem-estar e bom humor (38).

Diversos estudos foram realizados com o objetivo de produção de um sorvete simbiótico. Dentre eles um sorvete de leite de cabra, utilizando culturas probióticas (*Lactobacillus paracasei subsp. paracasei* Lafti L-26 e *Bifidobacterium longum* combinado com *Bifidobacterium bifidum* Lafti B-94) e tagatose, Litesse® Ultra (DuPont) e povidexose como prebióticos; framboesas congeladas e purês comerciais de framboesa e mirtilo (39).

A análise de viabilidade se deu através de contagem das UFC nos sorvetes, utilizando meio MRS-vancomicina para *L. paracasei subsp. Paracasei* onde as placas foram incubadas a 37 °C por 72h em frasco anaeróbio. Durante os 120 dias levados em consideração no estudo, a contagem de bactérias probióticas não esteve abaixo de 10⁷ UFC/g e desta forma o produto foi considerado viável como alimento probiótico (39).

Outro estudo se dá com o intuito de formular um sorvete simbiótico de pêssego, reduzido em calorias, adicionado de *Bifidobacterium lactis* Bb-12 e inulina e avaliar sua qualidade sensorial e aceitabilidade. Para produzir os sorvetes, foram usados: leite em pó desnatado, inulina em pó, albumina em pó, conservante de pêssego diet, polpa de pêssego, sucralose e aromatizantes de pêssego, além do microrganismo *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* Bb-12 (cultura DVS liofilizada, Chr.Hansen, Argentina); corante amarelo e corante vermelho. Quanto à contagem de bactérias, a concentração permaneceu maior que 10⁷ UFC/mL. Para determinar a qualidade sensorial do sorvete, essencial ao conceito “mood food”, as amostras foram avaliadas pelos atributos de corpo, sabor, aroma e cor do sorvete e foi atribuída uma pontuação máxima de qualidade, levando um produto comercial com sabor de pêssego como referência. Obteve-se 88% de aceitabilidade geral, 7% de indiferença e 5% não gostaram do produto (40).

Posterior estudo avaliou a viabilidade de um sorvete de morango, processado com farinha de yacon e cultura de *Lactobacillus acidophilus* NCFM, através de seus atributos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, bem como por seu potencial probiótico, em um período de armazenamento de 150 dias (41).

Como resultado, obteve-se um *overrun* menor que o relatado por outros trabalhos que utilizaram *L. acidophilus*. A composição química indicou uma quantidade semelhante de proteínas e lipídios, com valores adaptados ao estabelecido em legislação. Nas formulações onde utilizou-se maior concentração de farinha de yacon, obteve-se um teor mineral superior a outras que não utilizaram (41).

Quanto à análise sensorial, os resultados mostraram que a adição de farinha de yacon e da cultura láctica não afetaram a aceitação dos produtos. Quando os provadores foram questionados sobre sua intenção de compra, o percentual ficou acima de 80% (41).

Observou-se uma diminuição na viabilidade da cultura durante os 150 dias de armazenamento para todas as formulações, também relatada por outros pesquisadores, mas sempre acima de 10^7 UFC/g, demonstrando o potencial do sorvete simbiótico desenvolvido (41).

CONCLUSÕES

O crescente aumento de transtornos depressivos e o aumento do interesse do consumidor em buscar alimentos capazes de trazer benefícios à saúde propõe alimentos que melhorem o humor através do impacto da dieta sobre a microbiota intestinal. Desta forma, a fabricação de um sorvete simbiótico associa efeitos na saúde ao bem-estar mental.

Observa-se que a utilização do microrganismo *L. plantarum* 299v se dá como uma excelente escolha de microrganismo probiótico, uma vez que pode utilizar como suprimento diversos açúcares, além de ser reconhecido em estudos clínicos que comprovaram o potencial probiótico da cepa.

A escolha de yacon como prebiótico torna-se viável, uma vez que é rica em oligossacarídeos, um ingrediente comumente aceito como prebiótico. Além disso, possui frutanos do tipo inulina que se enquadram como fibras alimentares e aumentam a absorção de minerais.

O sorvete se apresenta como uma excelente matriz alimentícia, uma vez que possui alta palatabilidade e digestibilidade, facilitando a aceitabilidade do consumidor a um alimento simbiótico.

Resultados mostram a viabilidade da aplicação do *Lactobacillus* em sorvete em 150 dias. Além disso, a aplicação da farinha de yacon e do microrganismo não impactou negativamente a aceitação dos provadores em relação ao produto em testes sensoriais.

REFERÊNCIAS

1. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003. Dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas de fabricação para estabelecimentos industrializadores de gelados comestíveis e a lista de verificação das boas práticas de fabricação para estabelecimentos industrializadores de gelados comestíveis. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 de set. 2003.
2. ABIS: Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvete. O setor de sorvetes [Internet]. 2021 [10 nov]. Disponível em: <https://abis.com.br/mercado/>.
3. CASTRO, Tatiana Gomes Sant'ana de. Inovação no setor lácteo do estado de Minas Gerais: análise sobre avanços e dificuldades enfrentadas pelas indústrias de laticínios. [Mestrado]. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora; 2019.

4. APPLETON, Katherine M; ROGERS, Peter J. Food and mood. *Women's Health Medicine*. 2004;1:4-6.
5. David, Lawrence et al. Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature*. 2014;505:559–563.
6. O'MAHONY, Siobhain M. et al. Serotonin, tryptophan metabolism and the brain-gut microbiome axis. *Behavioural brain research*. 2015;277:32-48.
7. PETERSEN, Charisse; ROUND, June L.. Defining dysbiosis and its influence on host immunity and disease. *Cellular Microbiology*. 2014;16:1024-1033.
8. QUIGLEY, Eamonn M.M.. Prebiotics and Probiotics in Digestive Health. *Clinical Gastroenterology And Hepatology*. 2019;17:333-344.
9. FRANÇA, Thaíza Barros de et al. Efeitos de probióticos sobre o eixo microbiota-intestino-cérebro e o transtorno de ansiedade e depressão. *Brazilian Journal Of Development*. 2021;7:16212-16225.
10. VRIES, Maaïke C. et al. *Lactobacillus plantarum*—survival, functional and potential probiotic properties in the human intestinal tract. *International Dairy Journal*. 2006;16:1018-1028.
11. MATTILA-SANDHOLM, Tiina et al. Technological challenges for future probiotic foods. *International Dairy Journal*. 2002;12:2-3.
12. GIBSON, Glenn R.; FULLER, Roy. Aspects of in vitro and in vivo research approaches directed toward identifying probiotics and prebiotics for human use. *The Journal of nutrition*. 2000;130:391-395.
13. VORAGEN, A. G. J. Technological aspects of functional food-related carbohydrates. *Trends Food Science & Technology*. 1998;9:328-335.
14. GUSSO, Ana Paula; MATTANNA, Paula; RICHARDS, Neila. Yacon: benefícios à saúde e aplicações tecnológicas. *Ciência rural*. 2015;45.
15. JACOBY, Jéssica Tamara et al. Uso de pré, pró e simbióticos como coadjuvantes no tratamento do câncer colorretal. *Clinical & Biomedical Research*. 2017;37:232-246.
16. COLLINS, M David; GIBSON, Glenn R. Probiotics, prebiotics, and synbiotics: approaches for modulating the microbial ecology of the gut. *The American Journal Of Clinical Nutrition*. 1999;69:1052-1057.
17. FAO/WHO. Guidelines for the evaluation of probiotics in foods. Ontario; 2002.
18. FULLER, R. Probiotics in man and animals. *Journal Of Applied Bacteriology, Shinfield*. 1989;66:365-378.
19. NAGPAL, Ravinder; KUMAR, Ashwani; KUMAR, Manoj; BEHARE, Pradip V.; JAIN, Shalini; YADAV, Hariom. Probiotics, their health benefits and applications for developing healthier foods: a review. *Fems Microbiology Letters*. 2012;334,1-15.
20. ANDERSSON, H. et al. Oral Administration of *Lactobacillus plantarum* 299v Reduces Cortisol Levels in Human Saliva during Examination Induced Stress: A Randomized, DoubleBlind Controlled Trial. *Int J Microbiol*. 2016;2016:1-7.

21. HOPPE, M. et al. Probiotic strain *Lactobacillus plantarum* 299v increases iron absorption from an iron-supplemented fruit drink: a double-isotope cross-over single-blind study in women of reproductive age. *Br J Nutr.* 2015;114:1195-1202.
22. BUKOWSKA, H. et al. Decrease in fibrinogen and LDL-cholesterol levels upon supplementation of diet with *Lactobacillus plantarum* in subjects with moderately elevated cholesterol. *Atherosclerosis.* 1998;137:437–438.
23. CUMMINGS, J.h.; MACFARLANE, G.t.. The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *Journal Of Applied Bacteriology.* 1991;70:443-459.
24. MACFARLANE, G.t.; STEED, H.; MACFARLANE, S.. Bacterial metabolism and health-related effects of galacto-oligosaccharides and other prebiotics. *Journal Of Applied Microbiology.* 2016;2016:305-344.
25. GIBSON, Glenn R.; ROBERFROID, Marcel B.. Dietary Modulation of the Human Colonie Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *The Journal Of Nutrition.* 1995;6:1401-1412.
26. CUMMINGS, J.h.; MACFARLANE, G.t.. The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. *Journal Of Applied Bacteriology.* 1991;70:443-459.
27. GIBSON, Glenn R.; PROBERT, Hollie M.; VAN LOO, Jan; RASTALL, Robert A.; ROBERFROID, Marcel B.. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews.* 2004;17:259-275.
28. WANG, Shumin et al. Rational use of prebiotics for gut microbiota alterations: Specific bacterial phylotypes and related mechanisms. *Journal Of Functional Foods.* 2021;66:103838.
29. SANTANA, Isabelle; CARDOSO, Marisa Helena. Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. *Ciência Rural.* 2008;38:998-905.
30. VALENTOVÁ, Kateřina; ULRICHOVÁ, Jitka. *Smallanthus Sonchifolius* and *Lepidium Meyenii*: Prospective andean crops for the prevention of chronic diseases. *Biomed. Papers.* 2003;2:119-130.
31. SEMINARIO, Juan; VALDERRAMA, Miguel; MANRIQUE, Ivan. El Yacon: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. *Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio.* Lima: Centro Internacional de la papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), 2003. 60 p.
32. MOURA, Carolina Prandine de. Aplicação de Redes Neurais para a Predição e Otimização do Processo de Secagem de Yacon (*Polymnia Sonchifolia*) com Pré-Tratamento Osmótico. [Mestrado] Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2004.
33. ROBERFROID, Marcel B.. Introducing inulin-type fructans. *British Journal Of Nutrition.* 2005;93:13-25.
34. SANTOS, Grazielle Gebrim. SORVETE: processamento, tecnologia e substitutos de sacarose. *Ensaio e Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde.* 2009;13:95-109.

35. CASTILHO, C.M.C. Sorvete: a delícia que alimenta. *Leite & Derivados*. 1992;1:42-43.
36. MIGUEL, Daniela Peres. Desenvolvimento de sorvete de “iogurte” simbiótico à base de extrato aquoso de soja e de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) fermentado com *Lactobacillus acidophilus*. [Doutorado]. Araraquara: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 2009.
37. BENTON, David. Carbohydrate ingestion, blood glucose and mood. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2002; 26:293-308.
38. DUAS RODAS INDUSTRIAL. Mood Food: Como aplicar o conceito na indústria de alimentos e bebidas [Internet]. 2021 [10 nov]. Disponível em: <http://conteudo.duasrodas.com/ebook-mood-food>.
39. ACU, Merve; KINIK, Ozer; YERLIKAYA, Oktay. Probiotic viability, viscosity, hardness properties and sensorial quality of synbiotic ice creams produced from goat's milk. *Food Sci. Technol*. 2020;41:167-173.
40. VILLALVA, Fernando Josué et al. Formulation of a peach ice cream as potential symbiotic food. *Food Sci. Technol*. 2017;37:456 -46.
41. PARUSSOLO, Gilson et al. Synbiotic ice cream containing yacon flour and *Lactobacillus acidophilus*. *Food Science and Technology*. 2017;82:192-198.

Capítulo 24

doi.org/10.53934/9786599539664-24

REVISÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE KOMBUCHÁ

Bianca Ferreira Augustinho¹; Tulio Henrique Batista da Silva²; ; Ellen Godinho Pinto³; Wiaslan Figueiredo Martins; Dayana Silva Batista Soares; Ana Paula Stort Fernandes

¹Discente do Curso de Superior em Tecnologia de Alimentos - TAL – IF Goiano; E-mail: biafer2308@gmail.com.2

²Discente do Mestrado em Tecnologia de Alimentos - DTA - UNICAMP; E-mail: thenriquekb@gmail.com.

⁴Professora – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Morrinhos - GO. E-mail: ellen.godinho@ifgoiano.edu.br.

⁴Professor – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Morrinhos - GO. wiaslan.martins@ifgoiano.edu.br.

⁵Professora – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Morrinhos - GO. dayana.soares@ifgoiano.edu.br.

⁶Professora – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Morrinhos - GO. ana.stort@ifgoiano.edu.br.

Resumo: A indústria de alimentos está em constante evolução para atender as demandas dos consumidores, que cada vez mais vem demonstrando interesse em produtos que possuam benefícios relacionados a saudabilidade e bem estar, e neste sentido os produtos fermentados atendem a essas demandas, em especial a Kombuchá que é obtida através da fermentação aeróbia e fermentação anaeróbia do mosto obtido pela infusão ou extrato de *Camellia sinensis* e açúcares por cultura de bactérias e leveduras. A Kombuchá ainda pode ser caracterizada como uma bebida alcoólica, respeitando os limites de 0,6% a 8,0% do teor alcoólico. Diversos estudos abordaram os benefícios do consumo desta bebida, podendo citar atividade antioxidante, prevenção de doenças cardiovasculares, cancro, insuficiência renal e diabetes, além de possuir atividades antimicrobianas, provenientes da catequina e flavonóis e com relatos de feitos relaxantes, proveniente do aminoácido teanina. No entanto apesar destes benefícios apresentados, estudos principalmente envolvendo a parte de digestão *in vitro* se faz necessário para averiguar as extensões dos benefícios da Kombuchá no organismo humano.

Palavras-chave: *Camellia sinensis*; DNP; fermentação; kombuchá; saudabilidade

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a indústria de alimentos apresentou um enorme progresso tecnológico e científico, com impacto no desenvolvimento e inovação de novos produtos. Neste sentido, a indústria aposta no desenvolvimento de novos produtos, que mantenha características de qualidade, segurança alimentar, saudabilidade e capacidade de respostas as necessidades dos consumidores (1).

O aumento gradativo pela busca por um estilo de vida mais saudável mostra que os consumidores atuais não estão mais priorizando apenas a qualidade sensorial do produto, mas também procura benefícios e funções que podem ser adicionados à sua dieta e ao seu dia a dia. Essa tendência é chamada de “Saudabilidade e bem-estar” e desencadeou uma série

de segmentos de consumidores, entre quais é possível destacar a demanda por alimentos funcionais (2,3).

Os alimentos fermentados apresentam inúmeros benefícios à saúde, sendo um deles a conservação segura através da acidificação. Existe uma infinidade de produtos fermentados e cada vez mais vem ganhando destaque na mesa do consumidor, seja por preferência de sabores, pelas vantagens nutricionais ou pela substituição aos industrializados (4,5).

O Kombuchá é uma bebida popular entre os alimentos fermentados e que exerce uma série de efeitos medicinais (6). É uma bebida resultante da fermentação do chá adoçado (*Camellia sinensis*) e adicionado a uma cultura contendo um consórcio simbiótico de bactérias e leveduras (SKOBY) (7).

Teve-se como objetivo nesse trabalho abordar o uso da fermentação para a elaboração de novos produtos alimentícios, enfatizando na fabricação de Kombuchá e seus benefícios.

FERMENTAÇÃO

A fermentação de alimentos é um dos processos mais antigos e com relatos desde os primórdios da humanidade, onde eles inevitavelmente consumiam alimentos fermentados que ocorriam de forma espontânea devido a não utilização de conservantes ou métodos de conservação (8).

É um sistema de conservação de baixo custo, essencial para garantir a vida e a segurança dos alimentos. Muitas alterações bioquímicas ocorrem durante o processo de fermentação, que afetará a composição dos nutrientes, afetando assim as características do produto final, como o sabor, bioatividade e digestibilidade (9).

A fermentação ocorre naturalmente ou é induzida pela adição de microrganismos que é normalmente referido como culturas starter. Do ponto de vista da qualidade e segurança alimentar, este tipo de cultura é recomendado, pois a sua utilização causará uma rápida acidificação do produto, inibindo assim o crescimento de microrganismos causadores de doenças e seus esporos. A seleção das culturas deve considerar o alimento a ser fermentado e as características que se pretende alcançar com o processo (1).

Ela é classificada de acordo com as características do material a se fermentar e pelo produto da fermentação ou agente fermentador, sendo em: fermentação alcoólica, fermentação láctica e fermentação acética (10).

O primeiro estudo sobre a fermentação alcoólica foi efetuado por Lavoisier em 1789 e este foi aprofundado e explicado por Pasteur a partir de 1857 (11). As leveduras são os agentes de maior importância na realização da fermentação alcoólica e o gênero mais utilizado é a *Saccharomyces cerevisiae*. Durante essa fermentação as leveduras atuam sobre os açúcares por reações de oxidação parcial anaeróbica da hexose produzindo álcool e gás carbônico (CO₂). A principal rota envolvida nessa transformação é a glicólise, processo na qual uma molécula de glicose é metabolizada e duas moléculas de piruvato são sintetizadas, onde esse piruvato será convertido nos produtos finais da reação (12).

A fermentação láctica é um processo bioquímico realizado por bactérias lácticas que tem como principal produto final de sua reação o ácido láctico (10). O ácido láctico produzido por essas bactérias proporciona redução do pH, acidificando e promovendo o espessamento ou coagulação do mosto. É um processo anaeróbico com baixo rendimento e que ocasiona a liberação de CO₂ e energia. O piruvato proveniente da glicólise é transformado em ácido láctico (13).

A fermentação acética é um processo posterior a fermentação alcoólica onde as moléculas de etanol sofrem oxidação em moléculas de ácido acético, promovida pelos metabolismos das bactérias acéticas, sendo a principal delas a *Acetobacter aceti* (14).

DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS (DNP)

O desenvolvimento de novos produtos (DNP) é um fator de extrema importância para a sobrevivência de uma empresa no mercado. As empresas precisam lançar novos produtos para se manter à frente da concorrência, que vem sendo cada vez mais competitiva devido os consumidores estarem cada vez mais exigentes a qualidade e por consequência a fidelidade as marcas diminuiram (15).

Esse processo de desenvolvimento pode ser definido como um conjunto de atividades que caminham conforme as necessidades e possibilidades do mercado consumidor e restrições tecnológicas. São tomadas diversas estratégias a fim de chegar nas especificações do produto e de seu processo produtivo, estando ligado com o mesmo até fora da empresa, realizando o acompanhamento do produto após o lançamento, bem como o planejamento da descontinuidade do produto no mercado (16).

Desenvolver um novo produto alimentício, é uma atividade desafiadora e envolve todos os setores de uma empresa. Para que ocorra com excelência é necessário descobrir as preferências, tendências e comportamentos dos consumidores (17).

As tendências atuais dos consumidores são, produtos com características sensoriais agradáveis, saudabilidade e bem-estar, conveniência e praticidade, confiabilidade e qualidade, sustentabilidade e ética (18).

A maior parte da população mundial, demonstrou maior consciência e interesse em alimentos funcionais, que afetam positivamente nas funções e saúde do corpo humano. Esse interesse está se intensificando cada dia mais e com isso tem um grande impacto no desenvolvimento nas indústrias de alimentos (19).

Os alimentos fermentados apresentam inúmeros benefícios à saúde humana, sendo um deles a conservação segura pela acidificação. Este método de conservação gera principalmente agregação de sabor e vantagens nutricionais. Com isso passou a ser uma das preferências dos consumidores atuais, fazendo com que a indústria buscasse cada vez mais ampliar o seu portfólio de novos produtos fermentados (5).

KOMBUCHA

A Kombuchá tem seu primeiro registro histórico a cerca de 2200 anos no nordeste da China sendo valorizada inicialmente por suas propriedades energizantes e desintoxicantes (20). Foi apresentada aos japoneses através do médico coreano Dr. Kombu, sendo assim originado o nome Kombuchá (21). Com o fim da Segunda Guerra Mundial a bebida foi introduzida na Europa e foi a partir daí que o seu consumo se popularizou e foi aumentando com o decorrer dos anos. No Brasil não se tem registros datados de sua origem (22). A nomenclatura da bebida varia de acordo com a região de consumo, sendo também conhecida como Fungus japonicus, Kombucha, Olinca, Pichia fermentans e diversos outros nomes (23).

A kombucha é definida como “a bebida fermentada obtida através da fermentação aeróbia e fermentação anaeróbia do mosto obtido pela infusão ou extrato de *Camellia sinensis* e açúcares por cultura simbiótica de bactérias e leveduras ativas (SCOBY)” (24).

Essa bebida consta como ingredientes obrigatórios: água potável, infusão ou extrato aquoso de *Camellia sinensis*, açúcares e cultura de bactérias e leveduras adequadas para

fermentação alcoólica e acética. Além destes, pode conter ingredientes opcionais, que são: infusão de espécies vegetais em água, ou seus extratos, frutas, vegetais, especiarias, mel, melado e outros açúcares de origem vegetal, gás carbônico industrialmente puro (24).

De acordo com a metodologia de fabricação, a Kombuchá pode ser caracterizada como bebida alcóolica, dependendo das concentrações de etanol adquiridas no produto final (23). A legislação é limitada a graduação alcoólica de 0,5% (v/v) para alegações de kombucha “sem álcool”, e de 0,6 a 8,0% para a kombucha alcoólica. Para a alegação de kombucha “zero álcool”, o produto pode conter até no máximo 0,05% de álcool (24).

A fermentação do Kombuchá é uma combinação de três métodos: alcoólica, láctica e acética, isso pela presença de várias leveduras e bactérias coexistindo no meio. (25). Existem muitos microrganismos incluídos no processo de fermentação, variando de acordo com cada metodologia, mas predominantemente estão: espécies de *Zygosaccharomyces rouxii*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Schizosaccharomyces pombe* e *Saccharomyces cerevisiae* (26).

A Kombuchá conta com duas partes distintas: o filme celulósico (SCOBY) e a porção líquida da bebida. No decorrer da etapa de fermentação as bactérias acéticas produzem um filme composto por fibrilas de celulose pura, que possui grande capacidade de retenção de água, são termo estáveis e com alta cristalização. Esse filme possui alto teor de proteínas, fibra e aminoácidos essenciais, possuindo ainda efeitos antimicrobianos devido realizar a inibição de crescimento de bactérias contaminantes com a formação de uma barreira. Além dos seus aspectos vantajosos para a bebida, esse ainda está sendo utilizado para outros fins, como: cosméticos, biomedicina, tratamento de efluentes e outros. Essa forma de utilização apresenta impactos benéficos para o meio ambiente, uma vez que permite um maior aproveitamento de resíduos e conseqüentemente menor impacto na natureza. Esse ainda pode ser utilizado para a fermentação de um novo chá para a fabricação da Kombuchá, ou seja, é uma “mãe kombuchá” (27).

Existem várias metodologias para a fabricação da Kombuchá, mas essas geralmente seguem o mesmo princípio. O chá de *Camellia sinensis* (preto, verde ou o blend) após o processo de infusão é agregado com o açúcar e deixado em repouso até atingir temperatura ambiente. Após atingir a temperatura ideal adiciona-se uma porção de Kombuchá pronta juntamente com o SCOBY (mãe Kombuchá). O produto então passará pela fermentação, a qual ocasionará mudança no sabor da bebida de frutado para “avinagrado”, devido à produção de altos níveis de ácidos orgânicos. Após esse processo pode ser realizada uma segunda fermentação, a fim de ocasionar uma maior carbonatação no produto final, com duração de 2 a 3 dias em recipiente fechado e durante esse período que pode ser adicionado os ingredientes opcionais (3). Durante a fermentação as leveduras hidrolisam o açúcar em frutose e glucose pela ação da enzima invertase e com isso levam a produção de etanol e dióxido de carbono (fermentação alcoólica). As bactérias acéticas convertem a glucose em ácido glucônico e a frutose em ácido acético (fermentação acética) (28). A bebida obtida deverá ser submetida a uma filtração para remover os restos de celulose e massas de microrganismos em suspensão (22). O tempo ideal para ocorrer esse processo de fermentação varia de 7 a 12 dias e a temperatura de 22 a 30 °C. Ao final do processo, consome-se a Kombuchá refrigerada, melhorando seu aspecto sensorial e diminuindo a velocidade de sua fermentação com a redução da temperatura. Essa pode ser servida como um substituto não alcoólico do espumante devido ao seu alto grau de carbonatação ou também do refrigerante, sendo uma alternativa mais saudável (3,22).

Desde os primórdios de sua descoberta, a Kombuchá já era utilizada para fins medicinais, devido suas propriedades estimulantes e desintoxicantes. Atualmente essa

cultura ainda é praticada, sendo uma bebida muito recomendada pela alopátia e fazendo assim com que ocorra diversos estudos a fim de comprovar suas propriedades medicinais (22). Os consumidores da Kombuchá afirmam que consumir essa bebida pode aliviar dores de cabeça, desintoxicar, reduzir os níveis de colesterol, promover o funcionamento adequado do fígado, prevenir problemas de digestão e de circulação, retardar o envelhecimento, melhora o metabolismo e a visão, reduzir a incidência de inflamações, etc (3). Entretanto, ainda não existem estudos conclusivos que afirmem essas propriedades da bebida, mas sabe-se que seus ingredientes apresentam consigo atividade biológica que estimulam essa propriedade (22).

O chá apresenta elevado teor de catequinas e flavonóis, esses compostos contêm elevada atividade antioxidante, o qual atuam na prevenção de doenças cardiovasculares, cancro, insuficiência renal e diabetes, e possuem atividades antimicrobianas (29).

Ainda se tem relatos sobre o efeito relaxante que a bebida oferece sobre o corpo e esse se dá devido da Teanina, que é um aminoácido (22). A Teanina é um aminoácido encontrado na *Camellia sinensis*, constituindo 1 – 2 % do peso das folhas desta planta. Estudos sugerem que esse composto ocasiona alteração aos neurotransmissores do nosso corpo, aumentando a serotonina cerebral, dopamina e os níveis de ácido gama-aminobutírico, que conseqüentemente geram redução do estresse mental e físico, melhora a memória e ajuda na ansiedade (30).

Ainda hoje, os registros científicos não mostraram resultados efetivos nos seres humanos, não pela falta de potencial terapêutico do chá, mas pela falta de pesquisa aplicada em humanos (20).

CONCLUSÕES

No segmento de produtos fermentados, a kombuchá apresenta características satisfatórias para atender a demanda dos consumidores, pois apresenta bons aspectos sensoriais e boa saudabilidade. Os benefícios deste produto já foram abordados em alguns estudos, porém carece ainda na literatura estudos que aprofundem mais sobre estes compostos que trazem estes benefícios, sendo necessário a realização de pesquisas que estudem principalmente a bioacessibilidade e biodisponibilidade em estudos *in vitro* dos compostos da Kombuchá.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem: Ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos pela parceria.

REFERÊNCIAS

1. SILVEIRO SMJ. Novos Produtos de Hortofrutícolas Fermentados [Dissertação]. Lisboa: Universidade de Lisboa; 2014.
2. TORREÃO LF. Representações simbólicas e hábitos do consumidor de alimentos saudáveis [Dissertação]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2017.
3. PALUDO, N. Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial [TCC]. Porto Alegre; 2017.

4. COSTA E, OLIVEIRA E; ALMEIDA B. Os benefícios dos alimentos fermentados. Produção e inovação científica. 2020.
5. KARTS ES. A arte da fermentação: explore os conceitos e processo essenciais da fermentação praticados ao redor do mundo. São Paulo: Ed. Sesi; 2014.
6. SREERAMULU G, ZHU Y, KNOL W. Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. Food chem. 2000; 48: 2589 – 2594.
7. COELHO RMD, DE ALMEIDA AL, DO AMARAL RQG, DA MOTA RN, DE SOUZA PHM. Kombucha: review. International Journal of Gastronomy and Food Science. 2020; 22.
8. HUTKINS R. Microbiology and Technology of Fermented Foods. Iowa: Blackwell Publishing; 2006.
9. HUR SJ, LEE SY, CHOI YC, KIM GB. Efeito da fermentação na atividade antioxidante em alimentos vegetais. Food Chemistry. 2014; 160: 346 – 356.
10. MARTINS RL, SANTOS PV, CASTILHO SG. Fermentação divertida – introdução a ciência através da atividade culinária investigativa. 1 ed. São Paulo: Cultura acadêmica; 2014.
11. MENEZES TJ. Etanol, o combustível do Brasil. São Paulo: Editora Agronômica Ceres LTDA; 1980.
12. PACHECO TF. Fermentação alcoólica com leveduras de características floculantes em reator tipo torre com escoamento ascendente [Dissertação]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia: 2010. 107 f.
13. FORALOSSO FB, PERETTI ME, BORSOI R, BINOTTO A, JÚNIOR AV, FRONZA N. Revisão: fermentação láctica: características do processo, microrganismos e produtos da fermentação. Ensino e pesquisa no campo de tecnologias em alimentos. 2021; 196 – 209.
14. DA SILVA ME. Estudos cinéticos da fermentação alcoólica a da produção de vinho e da fermentação acética da produção de vinagre de vinho de caju [Dissertação]. Campina Grande: 2004. 147 f.
15. WILLE GMFC, WILLE SAC, KOWHLER HS, HARACEMIV SMC. Práticas de desenvolvimento de novos produtos alimentícios na indústria paranaense. FAE. 2004; 7 (2): 33 – 45.
16. ROZENFELD H, FORCELLINI FA, AMARAL DC, TOLEDO JC, SILVA SL, ALLIPRANDINI DH, SCALICE RK. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva; 2006.

17. DE FARIA AF, PINTO ACA, RIBEIRO MN, CARDOSO TS, RIBEIRO JPC. Processo de desenvolvimento de novos produtos – uma experiencia didática. Enegep. 2008.
18. TRENDS, BRASIL FOODS. As tendências da alimentação. Instituto de tecnologia de alimentos. 2010.
19. KUMAR V, JOSHI V. Kombucha: Technology, Microbiology, Production, Composition and Therapeutic Value. Intl. J. Food. Ferment. Technol. 2016; 6 (1): 13 – 24.
20. SANTOS JS, NOBREGA GS. Kombuchá: consumo, benefícios e comercialização. “In” 22ª Semana de Mobilização Científica- SEMOC; 2019; Universidade Católica de Salvador. Salvador: Online; 2019.
21. BLAUTH CM. Kombucha: tecnologia e produção [TCC]. Porto Alegre: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre: 2019. 53 f.
22. DOS SANTOS MJ. Kombuchá: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração [Dissertação]. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa: 2016. 119 f.
23. EL-SALAM SSA. Bacterial Cellulose of Kombucha Mushroom Tea. New York Science Journal. 2012; 4: 1 – 7.
24. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Constituição (2019). Instrução Normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019: Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha. Brasília, DF, 18 set. 2019. v. 181, Seção 1, p. 13.
25. MALBAŠA R, LONČAR E, DJURIĆ, M. Comparison of the products of Kombucha fermentation on sucrose and molasses. Food Chemistry. 2008; 106 (3): 1039 – 1045.
26. VILLARREAL-SOTO SA, BEAUFORT S, BOUJILA J, SOUCHARD JP, TAILLANDIER P. Understanding kombucha tea fermentation: a review. Journal of food science. 2018; 83 (3).
27. SILVA SB, PAULO EM. Atividade inibitória de bebidas fermentadas artesanais por bactérias enteropatogênicas. Brazilian Journal of Development. 2021; 7 (1): 6538 – 6553.
28. DURFRESNE C, FARNWORTH E. Tea, Kombucha, and health: a review. Food Research International. 2000; 33 (6): 409 – 421.
29. CHEN ML. 2002. 1. Tea and Health – An Overview em Y.-S. Zhen (ed.), Tea: Bioactivity and Therapeutic Potential, págs. 1-16, Taylor & Francis. ISBN: 0203301277 [ebook].

30. FREITAS FF. Avaliação dos efeitos psicofisiológicos da l-teanina em modelo de ansiedade em humanos [Dissertação]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba: 2013. 76 f.

Capítulo 25

doi.org/10.53934/9786599539664-25

RASTREABILIDADE DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICOS - SANITÁRIAS DE QUEIJO DE COALHO TIPO ARTESANAL: UM ESTUDO DE REVISÃO

Juane Queiroz Farias¹; Bianca da Silva Mendes²; Heloyse Sandra Silva³; Elizabeth Alves de Oliveira⁴; Deyzi Santos Gouveia⁵.

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN – UFCG; E-mail: juane-queiroz@hotmail.com;

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN – UFCG; E-mail: biancabsm96@gmail.com;

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN – UFCG; E-mail: helo.sandra@hotmail.com;

⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN – UFCG; E-mail: elizabethalvescg@gmail.com;

⁵Docente do Depto de Engenharia de Alimentos – CTRN– UFCG. E-mail: deyzigouveia2012@gmail.com.

Resumo: O queijo de coalho artesanal é um produto derivado do leite, tradicional da região Nordeste do Brasil, elaborado, geralmente, com o leite cru. Os processos de fabricação são bastante criteriosos, visto que, em todas as etapas da produção têm grande possibilidade de apresentarem microrganismos contaminantes que podem ser patogênicos, ou indicadores das más condições higiênico sanitárias do local de processamento. Tendo em vista, que o consumo de leite e derivados cresceu ao longo da pandemia do COVID-19 no Brasil e que muitos pesquisadores associam o fato com a saudabilidade, o presente trabalho teve como objetivo identificar os principais pontos críticos de contaminação do queijo de coalho em toda sua cadeia produtiva. Foi utilizado como dados de base para revisão de literatura as seguintes bases de dados eletrônicas: Google Acadêmico, Scielo, livros, periódicos da CAPES e biblioteca virtual - UFCG, no período dos últimos cinco anos que ajudassem a responder o objetivo dessa pesquisa. A partir das informações extraídas nos artigos, verificase que devem-se adotar as boas práticas de fabricação, que são requisitos básicos para obtenção de produtos que não tragam riscos à saúde do consumidor, controlando as possíveis fontes de contaminação cruzada, a fim de garantir que o produto atenda às especificações de identidade e qualidade.

Palavras-chave: contaminação, microrganismos, queijo de coalho

INTRODUÇÃO

O queijo de coalho é um produto derivado do leite, tradicional da região Nordeste do Brasil, sendo caracterizado por uma massa semidura e semicozida, de cor branca amarelada, elaborado, geralmente, com leite cru. É um laticínio de importância socioeconômica, sendo a fonte de renda de muitas famílias nordestinas, além de se traduzir como um elemento de identidade cultural do Nordeste brasileiro (1).

O consumo de leite e derivados cresceu durante a pandemia do COVID-19 no Brasil, ao longo do ano de 2020. Assim, muitos pesquisadores relatam associação do fato com a saudabilidade (2). Uma pesquisa recente da Embrapa, mostrou que o queijo é o derivado lácteo mais adquirido, e diferente do que aconteceu em outros países, no Brasil, a grande maioria dos consumidores (83%) está encontrando com facilidade os produtos lácteos no mercado, o que reflete o comprometimento dos produtores e laticínios em manter o abastecimento (3).

Esse alimento típico, possui a maior parte de sua produção realizada artesanalmente (4), o que propicia um aumento do crescimento microbiano de patógenos e consequentemente alterações organolépticas, indicando riscos à saúde dos consumidores, quando elaborado sem padronização e desrespeitando as boas práticas de fabricação. Arelado a isso, sabe-se que o queijo possui características intrínsecas que favorecem o crescimento de diferentes tipos de microrganismos.

Desse modo, o controle de qualidade nas produções de alimentos deve ser realizado desde a obtenção da matéria-prima. Assim, a aplicação das boas práticas de fabricação, acompanhada de análises físico-química e microbiológica são indispensáveis para o controle sanitário dos alimentos (5).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como o objetivo identificar e analisar os principais pontos críticos de contaminação do queijo de coalho, desde a obtenção da matéria prima até a sua comercialização.

METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico foi realizado nas seguintes bases de dados eletrônicas: Google Acadêmico, Scielo, livros, periódicos da CAPES e biblioteca virtual - UFCG, utilizando os seguintes descritores em Língua Portuguesa: leite, queijo de coalho, microrganismos contaminantes de queijo de coalho. Os artigos foram selecionados de acordo com os seguintes critérios: artigos que abordassem o processo de produção de queijo de coalho (desde a sua matéria prima) e os que abordassem a sua contaminação. Foram utilizados artigos científicos originais dos últimos cinco anos.

RESULTADOS

Para uma melhor organização dos artigos selecionados, foi elaborado o Quadro 1, expondo os títulos dos artigos, autores, ano de publicação, objetivos e principais resultados encontrados, respectivamente.

Quadro 1: Caracterização dos artigos selecionados na pesquisa

Título do artigo	Autores	Objetivo	Principais resultados
Caracterização físico-química e microbiológica do queijo coalho, com e	Souza et al., 2019	Analisou-se o queijo coalho com e sem registro comercializado na	Os queijos analisados se encontram fora dos padrões

sem registro, comercializado durante o período seco e chuvoso na cidade de Serra Talhada-PE.		cidade de Serra Talhada-PE, durante o período seco e chuvoso.	microbiológicos para a presença de coliformes termotolerantes, e salmonella.
Sodium substitutes in Prato cheese: Impact on the physicochemical parameters, rheology aspects and sensory acceptance	Costa et al., 2018	Avaliou-se o efeito da substituição parcial do cloreto de sódio por substitutos do sal nas características do queijo Prato.	O uso de substitutos do sal permitiu a redução do sódio no queijo Prato sem afetar a aceitação e qualidade do produto.
Qualidade microbiológica e caracterização da resistência antimicrobiana de bactérias isoladas de queijos Coalho comercializados em Vitória da Conquista Bahia.	Bomfim, et al., 2020	Determinar a qualidade higiênico-sanitária, a prevalência e a resistência antimicrobiana de patógenos isolados de 24 amostras de queijo Coalho comercializados em duas feiras livres do município de Vitória da Conquista, Bahia.	75% das amostras eram comercializadas em temperatura inadequada e que 100% apresentaram contagem para coliformes totais acima do limite aceitável.
Potencial contaminante do queijo de coalho: uma revisão	Silva, 2016	Diagnosticar os contaminantes dos queijos de coalho e seu potencial de risco à saúde pública.	Constata-se a necessidade da aplicação de procedimentos visando à conservação do queijo de coalho visto, sua elevada susceptibilidade de apresentar contaminação microbiológica.
Staphylococcus spp.	Teles, 2020	Realizar uma	Contata-se a

<p>antibiótico resistentes na cadeia de produção de queijos artesanais.</p>		<p>revisão bibliográfica sobre a resistência a antimicrobianos de cepas de <i>Staphylococcus</i> spp. coagulase positiva e negativa provenientes da cadeia de produção de queijos artesanais.</p>	<p>extrema importância de estudar a situação da resistência antimicrobiana nas cadeias de produção de alimentos e buscar estratégias com o intuito de mitigar a propagação destas cepas em alimentos, contemplando a abordagem “Saúde Única” a fim de garantir segurança microbiológica aos consumidores.</p>
<p><i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Salmonella</i> sp. em queijos de coalho artesanais produzidos em São Rafael, Rio Grande do Norte.</p>	<p>Pereira et al., 2017</p>	<p>Avaliar a presença de <i>Salmonella</i> sp. e quantificar <i>Staphylococcus aureus</i> em queijos de coalho produzidos artesanalmente no município de São Rafael, Rio Grande do Norte.</p>	<p>Todas as amostras apresentaram elevadas contagens de <i>Staphylococcus aureus</i>, estando em desconformidade com o padrão exigido pela legislação brasileira para este grupo microbiano.</p>
<p>Qualidade microbiológica, detecção de genes de enterotoxinas e resistência antimicrobiana de <i>Staphylococcus aureus</i> isolados de leite e queijo de Coalho.</p>	<p>Pereira et al., 2018</p>	<p>Avaliar a qualidade microbiológica de amostras de leite e queijo de Coalho, a prevalência de genes das enterotoxinas, a resistência antimicrobiana e o fenótipo de resistência MLSB por meio do D-teste, em cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> isoladas destes produtos.</p>	<p>Cepas de <i>S. aureus</i> foram identificadas por meio de testes bioquímicos. A presença de genes <i>sea-see</i> foi verificada pela técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR). A maioria das bactérias (78,5%) apresentaram resistência a um ou mais de dois agentes</p>

			antimicrobianos.
Qualidade microbiológica de produtos de origem animal encaminhados para alimentação escolar.	Silveira, et al., 2019	Avaliar a qualidade higiênico-sanitária dos produtos de origem animal encaminhados para alimentação escolar no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.	Todas as amostras estavam dentro dos microbiológicos admitidos pela ANVISA, entretanto a Salmonella foi detectada em quatro amostras de filés de frango. As condições de armazenamento foram consideradas ruins, apresentando 72,4% de não conformidades, especialmente nos quesitos temperatura e condições de armazenamento.
Programas para segurança na indústria de alimentos para animais: caracterização e benefícios percebidos com a implantação.	Coelho et al., 2017	Caracterizar e analisar a implantação de BPF e APPCC e os benefícios percebidos na indústria de alimentos para animais de produção.	Os principais benefícios internos percebidos, com a implantação, foram a redução na ocorrência de problemas com a segurança do alimento e melhoria no nível de capacitação dos funcionários da área produtiva; quanto

			<p>aos benefícios externos destacam-se a melhoria na imagem da marca e no nível de satisfação dos clientes.</p>
--	--	--	---

Fonte: Autores, 2021.

De posse desses artigos, somando-se livros e resoluções foi identificado e analisado os principais pontos críticos de contaminação do queijo de coalho.

Leite

O Brasil, em 2019, se encontrava como o terceiro maior produtor mundial de leite, atrás apenas dos Estados Unidos e da Índia, segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (6). Este produto possui como características a alta atividade de água, pH próximo a neutralidade e uma alta concentração de nutrientes, o que o torna um excelente meio de cultura para o crescimento bacteriano. Arelado a essas características, os parâmetros físico-químicos do leite devem estar de acordo com a Instrução Normativa número 76/2018 do MAPA, que estabelece regulamento técnico e características do leite cru refrigerado como um líquido branco, opaco, com odor característico e homogêneo (7).

A fiscalização e práticas de higiene durante a ordenha, armazenamento e transporte de leite cru refrigerado desempenham um papel crítico na sua qualidade bacteriológica. O leite deve ser ordenhado e armazenado em boas condições higiênicas. Além disso, outros fatores devem ser assegurados para a garantia da qualidade higiênico-sanitária, como, o estado de saúde dos animais dentro de condições socioambientais adequadas. Nesse contexto, é primordial a adoção das Boas Práticas de Fabricação para manter a qualidade da matéria-prima.

O leite deteriorado apresenta irregularidades microbiológicas, como sabores e odores estranhos, sendo decorrentes da multiplicação de microrganismos que resistiram ao processo de pasteurização ou de microrganismos que contaminam o produto após o processamento térmico. Além disso, o leite também pode sofrer alterações na cor, estando diretamente ligada às características físicas e composição química, e na viscosidade, ficando com um aspecto viscoso, “mais grosso”. Outro defeito microbiológico é a rancidez, que ocorre devido à quebra (hidrólise) de gordura pelas bactérias, formando ácidos e álcool, ocasionando cheiro e gosto ruim. Além da rancidez, pode ocorrer a produção de gás, que é acompanhado de sua acidificação, sendo identificada através da formação de espuma.

Fabricação de queijo de coalho artesanal

O queijo coalho artesanal possui consistência semidura elástica, de cor branca amarelada uniforme, de odor ligeiramente ácido. Sua textura pode conter olhaduras e sua forma, tamanho e peso são variáveis. É um queijo brasileiro muito apreciado devido às suas

características sensoriais, como sabor agradável, aroma suave e textura compacta e macia (8).

O processo de fabricação é bastante criterioso, visto que todas as etapas da produção têm grande possibilidade de apresentarem microrganismos contaminantes que podem ser patogênicos, causadores de doenças, ou indicadores das más condições higiênico sanitárias do local de processamento. Matérias primas advindas de fontes não seguras, utilização de leite não pasteurizado, má higienização dos utensílios, processamento de queijo em lugares com condições impróprias, armazenamento e comercialização em temperaturas inadequadas, são fatores que contribuem para a proliferação dos microrganismos.

Segundo Bonfim et al. (9), é de extrema importância que não exista precariedade nas condições higiênico-sanitárias da produção dos queijos coalho, e que a vigilância consiga orientar os manipuladores de alimentos para que o controle de qualidade esteja sempre de acordo com as instruções normativas, diminuindo então a probabilidade do risco inerente a presença de patógenos resistentes em alimentos.

Diante do exposto, fica claro que para a garantia da segurança do consumidor é necessário que sejam adotadas Boas Práticas de Fabricação em todas as etapas do processamento do queijo de coalho.

Microrganismos contaminantes em queijos de coalho artesanal

A elevada contaminação de queijo de coalho por bactérias patogênicas, em especial o gênero *Staphylococcus*, tem sido relatada em vários estudos. A ocorrência de *Staphylococcus enterotoxigênicos*, tanto coagulase positiva quanto a negativa, em alimentos, representa um risco potencial para a saúde pública, uma vez que essas espécies, quando presentes, podem produzir uma ou mais enterotoxinas, que, depois de ingeridas, causam intoxicação alimentar aos consumidores (10).

Além da alta contaminação por *S. aureus*, a literatura ainda reporta a ocorrência de outros microrganismos patogênicos e deterioradores, que também causam intoxicações alimentares, em números excedentes no queijo coalho. Dentre eles: coliformes termotolerantes, *Salmonella spp.* e a *Escherichia coli* também tem potencial destaque (10).

Ao final de 2019 foi publicada a RDC nº 331, de 23 de dezembro, que dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação (11). A nova legislação trouxe algumas mudanças significativas relacionadas aos padrões microbiológicos para queijos, impactando positivamente a segurança de queijos artesanais (12).

Pereira et al. (13), em estudo realizado com queijo de coalho artesanal produzido no Rio Grande do Norte, observaram contagens de *Staphylococcus* coagulase positiva acima do permitido em legislação (5×10^2 UFC/g) em todas as amostras analisadas, demonstrando as condições de higiene impróprias desses produtos. Pereira et al. (14) ao analisarem queijo coalho encontrou a presença de cepas de *S. aureus* portadoras de genes responsáveis pela produção de enterotoxinas e genes de resistência a antibióticos, o que sugere um risco potencial de transmissão de doença alimentar.

A partir desses estudos verifica-se que a avaliação da segurança de queijos é de fundamental importância para a garantia da qualidade dos mesmos perante perigos microbiológicos, físicos e químicos (15), conseguindo prevenir, através de sistemas de qualidade como, por exemplo, a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC),

doenças transmitidas por alimentos que podem ser causadas por microrganismos patogênicos (16).

Armazenamento

É recomendável que os queijos sejam sempre armazenados sob refrigeração para aumentar seu tempo de validade, considerando que a temperatura baixa inibe o crescimento de microrganismos contaminantes, além de proteger os queijos contra a poeira e o ataque de insetos e roedores. Para pequenas produções, pode-se utilizar a geladeira doméstica. Para as grandes, são indicadas as câmaras de armazenamento refrigeradas (17).

Pensando no comprometimento da qualidade do queijo artesanal no momento do transporte, o mesmo deve ser feito em veículos com carroceria fechada, provida de isolamento térmico e sem presença de nenhum outro produto que não seja lácteo.

CONCLUSÃO

Portanto, a utilização de boas práticas de fabricação no processamento de queijo de coalho é de suma importância principalmente quando se refere a produção por métodos artesanais, onde todo o processo está sujeito à contaminação. Além da redução de riscos, as BPFs possibilitam um ambiente de trabalho mais eficiente, e seguro, otimizando assim todo o processo de produção. Elas são essenciais para controlar possíveis fontes de contaminação cruzada, para garantia da integridade do produto final, e para que o mesmo atenda às especificações de identidade e qualidade.

REFERÊNCIAS

1. Bruno, L. M.; Carvalho, J. D. G. Microbiota láctica de queijos artesanais. Embrapa Agroindústria Tropical-Documents (INFOTECA-E). 2017.
2. Acesso em 2021 agosto 09. Disponível em: <https://www.cileite.com.br/>.
3. Agência de Informação Embrapa. Pandemia provoca mudança de hábitos de consumo de produtos lácteos, aponta pesquisa. Brasil, 2020.
4. Cavalcante, J. F. M. Queijo Coalho artesanal do Nordeste do Brasil. 1 ed. Fortaleza. Banco do Nordeste do Brasil S.A. 2017.
5. Souza, M.G. Caracterização físico-química e microbiológica do queijo coalho, com e sem registro, comercializado durante o período seco e chuvoso na cidade de Serra Talhada-PE. Tese de Graduação. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.
6. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO STAT - Livestock Primary. Roma, Italy, 2019.
7. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamentos Técnicos 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, Seção 1, 30 de novembro, 2018.
8. Costa, R. G. B.; Sobral, D.; Teodoro, V. A. M.; Costa, L. C. G.; Paula, J. C. J. de; Landin, T. B.; Oliveira, M. B. de. Sodium substitutes in Prato cheese: Impact on the physicochemical parameters, rheology aspects and sensory acceptance. *Lwt – Food Science and Technology*, v. 90, p. 643-649, abr. 2018.
 9. Bomfim, A. P., Costa, D. B., Silva, I. M de N., Araújo, I. C. S., Andrade, R. A., Galvão, R. S., Cerqueira, V. V., Reis, J. N, & Santos, M. S dos. Qualidade microbiológica e caracterização da resistência antimicrobiana de bactérias isoladas de queijos Coalho comercializados em Vitória da Conquista Bahia. *Segurança Alimentar Nutricional*, v.21, p.1-10, 2020.
 10. Silva, A. F. C. Potencial contaminante do queijo coalho: uma revisão. 2016. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Nutrição, Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2016.
 11. Brasil. 2019. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução de Diretoria Colegiada n° 331, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. Diário Oficial da União, Edição 249, Seção I, página 96, de 26 de dezembro de 2019.
 12. Teles, M. C. Staphylococcus spp. antibiótico resistentes na cadeia de produção de queijos artesanais. 2020. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
 13. Pereira, T. M. F.; Góis, V. A.; Soares, K. M. P.; Souza, L. B.; Sousa, J.A. Staphylococcus aureus e Salmonella sp. em queijos de coalho artesanais produzidos em São Rafael, Rio Grande do Norte. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 12, n. 2, p. 358-361, 2017.
 14. Pereira, C. T. M.; Oliveira, D. S. V.; Veloso, V. S.; Silva, S. dos S. P.; Santos, L. S.; Neto, A. F. L. N.; Oliveira, F. A. A.; Melo, M. C. N. de M.; Soares, M. J. dos Santos. Microbiology quality, detection of enterotoxin genes and antimicrobial resistance of Staphylococcus aureus isolated from milk and Coalho cheese. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 39, n. 5, p. 1957-1968, 2018.
 15. Coelho, R.P.; Toledo, J. C. Programas para segurança na indústria de 32 alimentos para animais: caracterização e benefícios percebidos com a implantação. *Caderno de Saúde Pública*, v.36, n.1, p.15, 2017.
 16. Silveira, D. R.; Kaefer, K.; Porto, R. C.; Lima, H. G. de; Timm, C. D.; Cereser, N. D. Qualidade microbiológica de produtos de origem animal encaminhados para

alimentação escolar. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 20, p. 1-8, 30 nov. 2019. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil. <http://dx.doi.org/10.1590/1089-6891v20e-43226>.

17. Agência de Informação Embrapa. *Agronegócio do Leite*. 2016 [acesso em 2021 agosto 09]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164236/1/Pecuaria-de-leite-no-Brasil.pdf>.

Capítulo 26

doi.org/10.53934/9786599539664-26

REVISÃO INTEGRATIVA ACERCA DOS ASPECTOS SOBRE A CONTAMINAÇÃO EM OVOS COMERCIALIZADOS NO BRASIL

Eduarda Pereira da Silva¹; Igor Ferreira Brito²; Mayza Marques de Souza³; Deyzi Santos Gouveia⁴

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN – UFCG; E-mail: eduarda.pereira@estudante.ufcg.edu.br, ²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN – UFCG; E-mail: igor.ferreira@estudante.ufcg.edu.br, ³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN – UFCG; E-mail: mayza.marques@hotmail.com ⁴Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – CTRN – UFCG. E-mail: deyzigouveia2012@gmail.com

Resumo: O ovo é tido como um alimento de alta qualidade nutricional propiciando inúmeros benefícios para a saúde, além de sua praticidade e versatilidade, sendo um produto acessível e de fácil preparo. Portanto, a preocupação com a qualidade de ovos para consumo tem sido uma questão bastante discutida, visto que se trata de um alimento frágil, altamente perecível e suscetível a contaminação bacteriana. Diante desse cenário, faz-se necessário que os ovos sejam submetidos à uma série de critérios e normas, a fim de garantir a segurança do alimento, desde os cuidados com a criação das poedeiras até a chegada do produto ao consumidor. Tendo em vista essa realidade, objetivou-se neste trabalho reunir e analisar pesquisas na área da qualidade microbiológica de ovos in natura buscando determinar, por meio de levantamento de dados, as condições potencialmente favoráveis à presença de microrganismo como a *Salmonella spp.* em ovos comercializados no Brasil, evidenciando a necessidade da adoção das Boas Práticas de Fabricação (BPF) em todas as etapas do processo industrial. A análise dos estudos publicados possibilitou traçar um paralelo entre o maior conhecimento e a menor exposição sobre os riscos, evidenciando a necessidade e importância de programas que visem informar sobre as Boas Práticas relacionadas ao manuseio dos ovos, além de evidenciar a produção segura no setor avícola com o intuito de fornecer ovos e seus derivados com excelente qualidade para o consumidor.

Palavras-chave: BPF; microrganismo; ovo; *Salmonella spp*

INTRODUÇÃO

O ovo é um alimento amplamente consumido devido aos inúmeros benefícios para a saúde, com seus atributos nutricionais, praticidade e versatilidade, sendo um produto acessível e de fácil preparo. Na culinária, o ovo é tido como um ingrediente fundamental para a composição de diversos pratos, oferecendo firmeza e estrutura, ajudando no processo de cremosidade, além de realçar o sabor, textura e a cor nos processos alimentícios. Diante de suas múltiplas aplicabilidades no dia a dia da população e os preços acessíveis, a taxa de consumo de ovos tem um acréscimo considerável a cada ano.

Conforme o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (1), a produção brasileira de ovos no ano de 2020 atingiu cerca de 53,5 bilhões de unidades, tendo o consumo per capita mais alto dentre os últimos dez anos, variando de 148 unidades/ano em 2010, para 251 unidades/ano em 2020 (1).

Diante deste cenário, a preocupação com a qualidade dos ovos que chegarão à mesa do consumidor é indispensável, visto que se trata de um alimento frágil, altamente perecível e suscetível a contaminação bacteriana. Dentre os possíveis contaminantes em ovos, a *Salmonella* apresenta grande incidência, estando normalmente associada a ineficiência ou ausência das Boas Práticas de Fabricação durante toda cadeia produtiva. Os produtos de origem avícola são tidos como um dos principais veículos de transmissão da *Salmonella*, responsável por causar infecções alimentares, se destacando nos casos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's).

A comercialização dos ovos deve passar por uma série de critérios e normas, a fim de, garantir a segurança do alimento, desde os cuidados com a criação das poedeiras até o produto chegar ao consumidor, este, por sua vez, deve se atentar às características em que o produto se encontra no sentido de verificar a integridade do alimento, avaliando visualmente a parte externa do produto e as informações presente nos rótulos, seguindo as orientações para o armazenamento correto, como também, deve se atentar na hora do consumo, verificando a qualidade da parte interna.

Tendo em vista que essa realidade afeta diretamente na inocuidade dos ovos, esse trabalho tem como objetivo reunir e analisar pesquisas na área da qualidade microbiológica de ovos in natura visando determinar, por meio de levantamento de dados, as condições potencialmente favoráveis à presença de *Salmonella spp.* em ovos comercializados no Brasil, evidenciando a necessidade da adoção das Boas Práticas de Fabricação (BPF) em todas as etapas do processo industrial.

METODOLOGIA

Foi realizado um levantamento bibliográfico, utilizando-se como descritores: ovos, intoxicação, Doenças Transmitidas por Alimentos, DTA, patógeno, Boas Práticas de Fabricação (BPF), *Salmonella*, nos indexadores SCIELO (Scientific Electronic Library Online) e Portal Periódicos CAPES/MEC. Levou-se em consideração os trabalhos publicados no período 2015 a 2021 em língua portuguesa e inglesa. Como critérios de seleção foram considerados os artigos com dados bibliográficos que abordam a contaminação de ovos, as doenças transmitidas por alimentos e outras informações específicas correlacionadas ao assunto. Em seguida, foi realizada uma leitura analítica para ordenar as informações e identificar o objeto de estudo.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MICROBIOLÓGICAS DO OVO

O ovo é um alimento extremamente perecível, e a perda da sua qualidade é um processo contínuo e que tem início logo após a postura, devido a fatores como temperatura, tempo e umidade durante o período de estocagem (2). Em sua estrutura, o ovo apresenta a cutícula, camada glicoproteica que reveste a casca externamente; a casca, que contém substância orgânica (escleroproteína e colágeno); minerais (carbonato de cálcio e de magnésio); membrana interna e membrana externa, que permitem a formação da câmara de ar; fibras proteicas e poros, que permitem as trocas gasosas com o ambiente e também a penetração de microrganismos (3). A casca do ovo possui funções

importantes para a composição e proteção do conteúdo interno, além de atuar como barreira efetiva contra microrganismos patogênicos e deteriorantes no interior do ovo.

A casca do ovo possui uma estrutura biocerâmica natural e porosa, composta por uma esponjosa camada de cutícula, uma camada de calcita ou carbonato de cálcio e duas membranas de revestimento. É composta de carbonato de cálcio na forma de calcita (94%), fosfato 4 de cálcio (1%), carbonato de magnésio (1%) e matéria orgânica (4%), em maioria proteína e água (4). Segundo Tizo et al. (5), o processo de deposição de carbonato de cálcio para formação da casca é considerado um processo delicado, pois é ser relacionado com as condições de bem-estar da ave, caso esteja em um certo nível de estresse, faz com que seja expelido pela cloaca antes do tempo adequado.

De acordo com Freitas et al. (6) e Arruda et al. (2), em poucas horas o albúmen do ovo representa 60% do peso total do ovo, mas, quando mantidos em temperatura elevada no período de estocagem acaba perdendo água. A composição química do albúmen é instável e difícil de ser modificada nutricionalmente, ou seja, mesmo mudando os níveis nutricionais da ração, a composição do albúmen não modifica substancialmente a sua fórmula, podendo modificar apenas a relação albúmen/gema (7).

O albúmen é considerado um dos indicadores principais da frescura dos ovos após a postura, sua altura resulta em seu grau de qualidade, quanto mais alto os índices de medida do albúmen mais estruturados fisicamente e mais frescos se encontram (8). Entretanto, processos como a lavagem acarretam na remoção da cutícula proteinácea (a qual protege os poros) e se tem como consequência o aumento das trocas gasosas o que acarreta a perda da estrutura física do albúmen e sua altura se reduz, tornando-se mais líquido. Isso ocorre pelo aumento do pH, conseqüentemente ocasiona a degradação de suas proteínas (9).

O ovo para consumo caracteriza-se por ser estéril, é um produto extremamente frágil que requer cuidados sanitários pré e pós postura. Apesar de possuir barreiras naturais de defesa, o ovo diminui progressivamente sua qualidade e proteção contra a invasão e crescimento de microrganismos. Se não houver maneiras adequadas de armazenamento e conservação esse produto deteriora-se rapidamente. Essa deterioração ocorre na medida em que o pH do ovo é elevado devido à perda de umidade e dióxido de carbono que se difunde por meio da casca. Portanto, quanto maior o tempo de armazenamento maior será a deterioração da parte interna do ovo (10).

Os principais fatores que podem aumentar a qualidade dos ovos são observados durante a sua formação, como nutrição da ave, manejo, idade da poedeira, sistema de criação, após a postura, fatores como tempo, embalagem e temperatura de armazenamento passam a ter papel importantíssimo na manutenção da qualidade dos ovos (11).

Para avaliar a qualidade do ovo deve-se analisar atentamente os aspectos externos e internos. De acordo com Tizo et al. (5), peso do ovo não deve ser utilizado para empregar a qualidade do ovo e sim servir como padrão. No entanto, como a casca é considerada uma embalagem natural do conteúdo do ovo e o primeiro aspecto notado pelo consumidor é necessário que esteja limpa, íntegra, sem trincas e/ou deformações. Segundo Oliveira et al. (12) e Almeida et al. (13), estas deformidades na casca prejudicam o aspecto visual do ovo, indicam problemas sanitários nos aviários e prejudicam a classificação para atingir padrões comerciais.

As alterações bioquímicas que ocorrem na qualidade interna dos ovos ocasionam redução da concentração de ácido carbônico no albúmen. Este fato afeta o sistema

tampão, provocando alterações no pH da gema e albúmen (14). Segundo Pissinati et al. (15) e Mueller et al. (16) a perda de substância durante o armazenamento provoca aumento na alcalinidade, que por sua vez, eleva o pH do albúmen de 7,6 para 9,5 e da gema de 6,5 para 6,9. Além de prejudicar sua palatabilidade, a baixa qualidade interna do ovo provoca uma diminuição nos valores de Unidade Haugh, na qual, está correlacionada com o que ocorre entre o peso do ovo e altura do albúmen (17).

CONTROLE DE QUALIDADE – BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO

A segurança dos alimentos abrange conhecimentos e práticas referentes à saúde coletiva, com intuito de prevenir riscos associados à alimentação (18). Para consumir um alimento seguro com boa qualidade é necessário que muitos aspectos sejam atendidos, a começar por adotar medidas preventivas que não comprometam a saúde do consumidor. A segurança dos alimentos é resultado do controle em todas as etapas da cadeia produtiva (19).

No Brasil, a indústria e os serviços que oferecem alimentos são regulamentados e fiscalizados por diferentes órgãos como o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Ministério da Saúde (MS), e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), inclusive os órgãos de vigilância sanitária estaduais e municipais (20). Embora considerado como país emergente, o Brasil destaca-se entre os maiores produtores e exportadores do setor avícola (1). O aumento da produção tem alavancado a necessidade de adequação e industrialização das granjas e fábricas de ovos, as quais tendem a seguir normas e diretrizes dos países importadores, com destaque para o controle da qualidade e de patógenos (21).

De acordo com Melo et al. (22), grande parte das pequenas propriedades produtoras de ovos de galinha, não apresentam 100% de conformidade em relação às Boas Práticas de Produção de Ovos recomendadas pela União Brasileira de Avicultura (PBPPPO), não seguem corretamente as medidas de biossegurança e de manejo, para que seja evitado ou minimizado as fontes de contaminação de aves, possuindo condições inadequadas do estabelecimento que pode conter a presença de roedores, moscas e outras pragas que se encontre nas proximidades ou dentro dos aviários.

Para Almeida et al. (23), um dos principais motivos de cuidado ao consumo de ovos é relacionado à saúde pública devido a possível forma de armazenado de forma inadequada, consumo fora do prazo de validade, e diversos fatores que podem acarretar em intoxicações gastrointestinais, contaminação por *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*. Além disso, podem ser encontrados outros microrganismos, como os coliformes totais e termotolerantes, bolores e leveduras, mesófilos aeróbios e outras bactérias da família Enterobacteriaceae que podem indicar contaminação microbiana e deficiências de práticas higiênico-sanitárias deste alimento (24, 25). Portanto, para atender essa exigência do consumo é necessário que o produtor se atente a qualidade dos ovos que comercializa e tome medidas que garantam e preservem essa qualidade, para que o alimento chegue aos consumidores com cascas limpas, intactos aspectos externos e internos desejáveis (26).

Um fator importante que se pode citar é a temperatura de armazenamento. A refrigeração dos ovos não é obrigatória pela legislação brasileira, ou seja, estes são acondicionados em temperatura ambiente e devem ser mantidos refrigerados apenas pelos consumidores finais deste alimento (8). Quando são mantidos em temperatura ambiente

até os períodos de 35 a 42 dias, apresentam apodrecimento do conteúdo e a membrana vitelínica fica enfraquecida, sendo impossibilitada a realização das análises de qualidade, diante disso, o ideal seria consumir estes ovos durante a primeira semana após a postura (27).

Lana et al. (8) afirmam que os ovos armazenados em temperatura ambiente com aproximadamente 26°C, mantém o padrão de qualidade até seis dias após a postura, enquanto os ovos mantidos sobre refrigeração com temperaturas próximas de 7°C, mantém os padrões de qualidade até por volta dos 30 dias. A baixa qualidade da gema e albúmen ocorre a partir do sexto dia de armazenamento em temperatura ambiente, tornando o procedimento de refrigeração uma das principais ferramentas para retardar a perda dessa qualidade e aumentar o período de estocagem dos ovos comerciais (14).

A perda de qualidade interna e externa é afetada ao longo do período de armazenamento dos ovos, independente da linhagem de poedeira, do manejo operacional e do sistema de criação destas aves (17). Além disso, podem ocorrer contaminações por microrganismos, que não contaminam apenas o exterior dos ovos, mas podem atingir o seu conteúdo e causar degradabilidade interna (28). Dessa forma, a presença de bolores e leveduras em ovos está relacionada com a alta temperatura e alta umidade relativa do ar, que favorecem o desenvolvimento de fungos na casca e posteriormente no conteúdo interno dos ovos (29).

Ressalta-se que a presença de bolores e leveduras em ovos crus comercializados no Brasil não é considerada inaceitável para consumo, somente quando presente em ovos em conserva ou em salmoura quando em contagens acima de 103 UFC/g (30). A contaminação por microrganismos pode ocorrer através do contato com as fezes durante a passagem pela cloaca no momento da postura, pelo contato com áreas contaminadas após a postura, pelo tempo de permanência no ninho ou esteira, pelo armazenamento em locais impróprios ou pelos próprios microrganismos presentes no trato digestório da ave (22).

A casca dos ovos pode estar contaminada com diversos tipos de microrganismos, incluindo bactérias patogênicas, como *Salmonella*, sendo assim, muitos processadores de ovos utilizam sistemas de lavagem e sanitização para descontaminar a sua superfície (31). É necessário que se disponha um monitoramento desse patógeno em produtos avícolas, de forma eficiente e seguindo todas as instruções para atender as características físico-químicas e microbiológicas relacionadas ao produto de forma industrializada.

Outro fator de extrema importância a levar em consideração são as informações do produto que o consumidor irá adquirir. A rotulagem é um elemento importante para assegurar que a população tenha acesso a informações sobre os alimentos, suas características, formas de conservação e informações necessárias para a manutenção da saúde e prevenção de doenças. Existem legislações para a elaboração dos rótulos, que precisam ser seguidas onde deverão conter informações obrigatórias como o prazo de validade, ingredientes, lote e a rotulagem nutricional. Os ovos e alguns outros alimentos como o palmito possuem legislação específica sobre a rotulagem adequada. Conforme a Portaria nº1, do MAPA, os ovos de galinha, tanto os destinados para o mercado interno como para o mercado externo são classificados em extra, especial, primeira qualidade, segunda qualidade, terceira qualidade e fabrico que são os ovos que não estão apropriados para a comercialização inteiros, mas que estão em boas condições de consumo, podendo ser usados para processamento (32).

DOENÇAS TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS

As Doenças Transmitidas por Alimentos, mais popularmente conhecidas como DTA, são originadas pela ingestão de alimentos e/ou água contaminados. São mais de 250 tipos de DTA e a maior parte são infecções causadas por bactérias e suas toxinas, vírus e parasitas. Outras doenças, são envenenamentos causados por toxinas naturais (33). As Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) são resultados de procedimentos que foram realizados de forma inadequada, contaminando os alimentos. Segundo Neira et al. (34) os principais gêneros de bactérias com destaque como patógenos e deteriorantes encontrados na superfície dos ovos são: *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Helicobacter*, *Salmonella*, *Pseudomonas* e *Campylobacter*.

As galinhas são consideradas importantes reservatórios de *Salmonella* e, por isso, é necessário um rígido controle no plantel durante a recria e produção de ovos (34). A incidência de *Salmonella* em humanos está intimamente ligada à prevalência de *S. Enteritidis* em ovos comerciais (35). Os dados epidemiológicos divulgados no Brasil sobre casos de toxi-infecções alimentares causados por ovos e produtos derivados tem como principais agentes etiológicos as salmonelas e os coliformes (36).

A presença de *Salmonella* nas excretas está relacionada a sua capacidade de aderir às células intestinais das aves, sendo assim, a bactéria permanece nas instalações das aves de postura. Galinhas infectadas com altas doses de *S. Enteritidis* pode eliminar o agente nas excretas por meses. A forma como *Salmonella* contamina os ovos influencia seu potencial de multiplicação. A gema proporciona nutrientes em abundância para sua proliferação, porém as proteínas do albúmen possuem a capacidade de romper as membranas da bactéria. A manutenção dos ovos em baixas temperaturas durante o armazenamento pode reduzir a migração do agente para a gema e prevenir sua multiplicação (34).

Salmonella spp. têm sido associada ao comprometimento da saúde animal e relatado anualmente entre os principais patógenos transmitidos por alimentos, principalmente decorrente do consumo de produtos avícolas (37). Tendo em vista as diversas fontes de infecção e a capacidade de disseminação entre os hospedeiros e vetores, a sua eliminação de granjas avícolas torna-se complexa e, muitas vezes, impraticável (38). Os ovos e produtos à base de ovos são os alimentos mais frequentemente envolvidos em surtos de salmonelose em todo o mundo (39). No Brasil, esses produtos são identificados como o quinto tipo de alimento identificado mais incriminado em surtos de doenças veiculadas por alimentos (DVA), especialmente de salmoneloses (30).

CONCLUSÕES

As análises conduzidas por meio dos materiais publicados, possibilitaram traçar uma relação entre o maior conhecimento e a menor exposição sobre os riscos, o que evidencia a necessidade e importância de programas informativos acerca das Boas Práticas relacionadas ao preparo dos ovos. Bem como, evidencia a importância da produção segura no setor avícola com o intuito de fornecer ovos e seus derivados com excelente qualidade para o consumidor.

O produtor de ovos comerciais deve-se atentar inicialmente ao planejamento da granja buscando seguir as normas estabelecidas pelo órgão competente que dispõe das

exigências do projeto técnico a fim de suprir as necessidades das galinhas de postura, mantendo-as em condições adequadas e saudáveis, evitando contaminações. É necessário que haja uma série de medidas de biossegurança para garantir a qualidade do alimento que chegará ao consumidor, sendo de grande importância a implantação das Boas Práticas de Produção (BPP) nas granjas, Boas Práticas de Fabricação (BPF), Programa de Procedimentos Operacionais Padrão de Higiene Operacional (PPHO) que dispõe de orientações para obter ovos seguros para consumo.

Por ser um alimento extremamente frágil, o controle e monitoramento desde o momento da postura até a fase de comercialização é essencial para prevenção da contaminação por Salmonella, visto que a Salmonelose é uma das principais Doenças Veiculadas por Alimentos. Devido ao pouco conhecimento sobre os cuidados relacionados com o manejo de ovos por grande parte dos consumidores, é recomendável o planejamento de ações socioeducativas visando alertar a população sobre os perigos que a falta de práticas adequadas na compra e no preparo dos ovos podem acarretar para sua saúde, buscando com isso reduzir o risco de contaminação microbiana, despertando nos comerciantes e clientes uma maior preocupação quanto ao produto comercializado e adquirido.

REFERÊNCIAS

1. ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2021 [Internet]. 2021 [acesso em 2021 set 03]. Disponível em: https://abpabr.org/wpcontent/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_w eb.pdf.
2. Arruda MD, Gouveia JWF, Lisboa ACC, Abreu ACL, Abreu AKF. Avaliação da qualidade de ovos armazenados em diferentes temperaturas. Revista Craibeiras de Agroecologia. 2019; 4(1):7681.
3. Rural SB. Produção, Estrutura e Processamento de ovos [Internet]. 2015 [acesso em 2021 set 06]. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/ceo/id_cpmenu/1043/caderno_udesc_149_15198_236923071_1043.pdf
4. Vieira Filho LA, Pinho MD, Pinheiro IP, Silva SN. Obtenção de óxido de cálcio a partir da casca de ovo de galinha. The Journal of Engineering and Exact Sciences. 2017; 3(8):1159-1166.
5. Tizo LA, Rigo EJ, Barbosa CHG. Qualidade externa e interna de ovos obtidos em dois sistemas de criação de galinhas poedeiras. Enciclopédia Biosfera. 2015; 11(22):2466-2475.
6. Freitas EB, Murakami VY, Raineri Neto R, Filadelpho FP, Pereira REP. Estudo anátomo-fisiológico do sistema reprodutivo feminino das aves na formação dos ovos. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária. 2011; 9(17):1-12.
7. Domingues CHF, Sgavioli S, Praes MFFM, Santos ET, Castiblanco DMC, Petrolli TG, Duarte KF, Junqueira OM. Lisina e metionina+ cistina digestíveis sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais: Revisão. Pubvet. 2016;10(6):487-493.
8. Lana SRV, Lana GRQ, Salvador EDL, Lana ÂMQ, Cunha FSA, Marinho AL. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes

- temperaturas e períodos de estocagem. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2017;18(1):140-151.
9. Pintado DC. A qualidade do ovo em foco: qualidade interna [Internet]. *aviNews*. 2017 [acesso em 2021 out 29]. Disponível em: <https://avicultura.info/ptbr/paises/zonabrasil/>.
 10. Pires PGS, Leuven AFR, Franceschi CH, Machado GS, Pires PDS, Moraes PO, Kindlein L, Andretta I. Effects of rice protein coating enriched with essential oils on internal quality and shelf life of eggs during room temperature storage. *Poultry Science*. 2020;99(1):604-611. doi: 10.3382/ps/pez546.
 11. Lemos MJ. Estudo comparativo da inclusão de aditivos zootécnicos na ração de codornas japonesas em produção [dissertação]. Rio de Janeiro: Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2015.
 12. Oliveira DD, Baião NC, Cançado SV, Figueiredo TC, Lara LJC, Lana AMQ. Fontes de lipídios na dieta de poedeiras: desempenho produtivo e qualidade dos ovos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2010;62(3):718-724.
 13. Almeida ECJ, Carneiro PLS, Nunes LA, Pereira AHR, Farias Filho RV, Malhado CHM, Bittencourt TCBSC. Características físicas de ovos de galinhas nativas comparadas a linhagem de postura. *Archivos de Zootecnia*. 2019;68(261):82-87.
 14. Monteiro IFG, Nascimento LF, Amaral LMM. Principais alterações físico-químicas em ovos comerciais durante o armazenamento e como minimizá-las. *Sinapse Múltipla*. 2019;8(2):198-202.
 15. Pissinati A, Oba A, Yamashita F, Silva CA, Pinheiro JW, Roman JMM. Qualidade interna de ovos submetidos a diferentes tipos de revestimento e armazenados por 35 dias a 25°C. *Semina: Ciências Agrárias*. 2014;35(1):531-540.
 16. Mueller FP, Machado PR, Pinheiro TDLF. Conservação de ovos de galinha: avaliação da qualidade sob diferentes condições de estocagem. *Nutrição Brasil*. 2017;16(3):144-153.
 17. Saccomani APO, Moraes JE, Reis TL, Ganeco AG, Thimoteo M, Borba H, Calixto LFL, Pizzolante CC. Indicadores da qualidade físico-química de ovos de poedeiras semipesadas criadas em diferentes sistemas de produção. *Boletim de Industria Animal*. 2019;76:1-15.
 18. Pandolfi IA, Moreira LQ, Teixeira EMB. Segurança alimentar e serviços de alimentação-revisão de literatura. *Brazilian Journal of Development*. 2020;6(7):42237-42246. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-00>
 19. Rosa ML, De Andrade RM. Análise de controle de qualidade dos alimentos oferecidos em uma unidade de alimentação e nutrição no município de Feira de Santana. *Revista de Inovação, Tecnologia e Ciências*. 2016;2(2).
 20. Sezefredo TS, et al. História em quadrinhos para ensino e prevenção das doenças transmitidas por alimentos. *Archivos de Ciências da Saúde*. 2016;23(2):81-86.
 21. Lagatta LGAH. Costs of biosecurity measures in Brazilian laying hens farms in response to policies Against Avian Influenza, Newcastle Disease and Salmonellosis. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim*. 2017;18:231-238.
 22. Melo JMMC, Do Nascimento KDO, Júnior JLB, Saldanha T, Barbosa MIMJ. Diagnóstico e qualidade microbiológica de ovos caipiras produzidos por agricultores familiares. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*. 2015;22(1):48-53.

23. Almeida CA, Friebel D, Rossa RB, Gelinski JML. Avaliação das Condições Higiênico-Sanitárias da Casca e Gema de Ovos In Natura. Anuário pesquisa e extensão Unoesc Videira. 2017;2.
24. Lacerda MJR, Leandro NSM, Andrade MA, Alcântara JB, Stringhini MLF, Café MB. Qualidade física e bacteriológica de ovos opacos de codornas sanitizados, refrigerados e contaminados experimentalmente micropor Salmonella entérica ser. Typhimurium. Ciência Animal Brasileira. 2016;17(1):11-25.
25. Lima WKS, Barros LSS, Da Silva RM, Deus TB, Lima DV, Silva AS. Condições higiênico-sanitárias de ovos comercializados em feiras livres e mercados do Recôncavo da Bahia. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal. 2018;12(3):280-294.
26. Silva RC, Nascimento JWB, Oliveira DL, Furtado DA. Termohigrometria no transporte e na qualidade de ovos destinados ao consumo humano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2015;19(7):668- 673.
27. Viana BC, Gomes FA, Silva RF, Freitas HJ. Qualidade de ovos produzidos e submetidos à diferentes condições de armazenamento na Amazônia 17 Ocidental, Acre – Brasil. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR. 2017;20(4):201-206.
28. Calegari SM, Sobrinho JC, Silva MR, Carmo JMC, Costa AR, Cardozo SP. Microbiologia de ovos comerciais e análise comparativa de ovos lavados e não lavados. Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar e Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar. 2019.
29. Tomczyk L, Szablewski T, Stuper-Szablewska K, Nowaczewski S, Cegielskaradziejewska R. The influence of the conditions of acquisition and storage of table eggs on changes in their quality and the presence of mycobiota and Fusarium mycotoxins. Poultry Science. 2019;98(7):2964-297. doi: 10.3382/ps/pez156.
30. Brasil, Ministério da Saúde. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União. 23 set 2019; Seção 1:133. Recuperado de <http://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativan-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>.
31. Al-Ajeeli Mn, Taylos Tn, Alvarado Cz, et al. Comparison of eggshell surface sanitization Technologies and impacts on consumer acceptability. Poultry Science. 2016;95:1191-1197.
32. Correa Netto LB, Silva LM, Xavier MMBBS. Qualidade e rotulagem de ovos comercializados no município de Valença - RJ. PUBVET. 2018;12(9):1-9.
33. Portal da Saúde, Doenças transmitidas por alimentos – DTA [Internet]. 2017 [acesso em 2020 nov 06]. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/oministerio/principal/secretarias/svs/doencas-transmitidas-por-alimentosdta>.
34. Neira C, Laca A, Laca A, et al. Microbial diversity on comercial eggs as affected by the production system. A first approach using PGM. Int. J. Food Microbiol. 2017;262:3-7.
35. Gast RK, Guraya R, Jones DR, et al. Colonization of internal organs by Salmonella serovars Heidelberg and Typhimurium in experimentally infected

- laying hens housed in enriched colony cages at diferente stocking densities. *Poultry Science*. 2017;96(5):1402-1409.
36. SINAN, Sistema de Informação de Agravos de Notificação. *Vigilância Epidemiológica das Doenças Transmitidas por Alimentos*. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica, Coordenação Geral de Vigilância das Doenças Transmissíveis [Internet]. 2016 [acesso em 2021 out 03]. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresentacao-Surtos-DTA-2016.pdf> .
 37. Shah DH, Paul NC, Sischo WC, Crespo R, Guard J. Population dynamics and antimicrobial resistance of the most prevalent poultry associated *Salmonella* serotypes. *Poultry Science*. 2017;96:687-702.
 38. Andino A, Hannig I. *Salmonella enterica*: survival, colonization, and virulence differences among serovars [internet]. Hindawi Publishing Corporation; 2015 [acesso em 2021 out 03]. Disponível em: <https://downloads.hindawi.com/journals/tswj/2015/520179.pdf>
 39. Sodagari HR, Mohammed AB, Wang P, O'dea M, Abraham S, Robertson I, Habib I. Notyphoidal *Salmonella* contamination in egg shells and contentes from retail in Western Australia: Serovar diversity, multilocus sequence types, and phenotypic and genomic characterizations of antimicrobial resistance. *International Journal of Food Microbiology*. 2019;308. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108305

Capítulo 27

doi.org/10.53934/9786599539664-27

MICRO-ORGANISMOS DE PREOCUPAÇÃO NO CULTIVO E CONSUMO DE TILÁPIA (*OREOCHROMIS SPP.*): UMA REVISÃO

Leonardo de Jesus Siqueira *; Marisa Wansovski ; Elaine Alves dos Santos 
; Fernanda Raghianti 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email:
leonardo.siqueira@estudante.iftm.edu.br

Resumo: A tilapicultura é uma atividade em constante expansão mundialmente. Entretanto, tem muitos riscos quanto à sua biossegurança, uma vez que patologias causadas por micro-organismos são os principais fatores limitantes para a expansão dessa. Micro-organismos como *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda* e *Francisella noatunensis* já são frequentemente associados a danos significativos de perdas na produção de tilápias. Além desses, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* e *Shigella spp.* são outros patógenos de interesse na indústria alimentícia, já que são causadores de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) sendo o pescado é um importante meio para a sua propagação, pois agrega características que favorecem o desenvolvimento de fungos e bactérias. Diante disso, muitos são os pontos críticos de controle em toda a cadeia produtiva de tilápias de interesse tanto econômico, porque podem causar perdas na produção, quanto sanitário, levando em consideração o potencial zoonótico e importância de saúde pública dos organismos. Assim, o objetivo do presente trabalho é elucidar os principais micro-organismos que podem comprometer a produção e o consumo de tilápia.

Palavras-chave: Bacterioses; Aquicultura; Saúde Pública.

INTRODUÇÃO

A tilapicultura é uma das principais atividades pesqueiras do mundo. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) em seu relatório anual sobre o Situação Mundial da Pesca e Aquicultura (SOFIA) de 2020 (1), a tilápia (*Oreochromis spp.*) é a segunda espécie de peixe de água doce mais cultivada mundialmente, com mais de 4,5 milhões de toneladas produzidas em 2018. No Brasil, a tilápia foi o principal produto da piscicultura brasileira exportado, responsável por mais de 85% de todas as exportações dos produtos da categoria em 2020, com crescimento de cerca de 5% em relação ao ano de 2019, tornando uma importante atividade econômica no país (2). O cultivo da espécie se destaca devido a sua alta produtividade, rápido crescimento, boa adaptabilidade a diferentes ambientes e facilidade de criação, o que a torna uma espécie atraente para o agronegócio, tanto no ponto de vista de pequenos, quanto grandes produtores.

Do ponto de vista do consumidor, a tilápia é um produto atraente. A tilápia apresenta alto valor nutritivo e é uma boa fonte de proteínas e ácidos graxos, além de ser

considerada uma carne magra. Soma-se a isso o fato de o consumo de produtos da piscicultura ser recomendado para o balanceamento nutricional da alimentação, por serem uma forma de diversificação de nutrientes (3). Das tilápias, podem ainda ser consumidos seus derivados e subprodutos, como o óleo do peixe e Carne Mecanicamente Separada (CMS) de tilápia, que por sua vez serve de matéria prima para uma ampla variedade de produtos, tais como embutidos, empanados, hambúrgueres, entre outros (2, 4).

Em detrimento a isso, a produção de comercialização desses peixes traz grandes desafios em toda a cadeia produtiva. Nas culturas, devido ao seu crescimento exponencial, cada vez mais surtos de contaminação da produção com micro-organismos patogênicos relacionados a mortalidade das tilápias são relatados, fato esse que se desponta como o principal fator limitante para a produção do pescado mundialmente. Micro-organismos como *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda* e o Tilapia Lake Virus (TiLV) têm causado surtos com altas taxas de mortalidade em tilápias e despertado a atenção da comunidade científica quanto aos seus potenciais zoonóticos (5, 6, 7, 8). Já sobre o consumo, as características dos peixes agregam fatores que contribuem para o desenvolvimento de micro-organismos em suas superfícies, tais como atividade de água e pH favoráveis, tornando a segurança do alimento uma excepcional preocupação de saúde pública. Dessa forma, vírus e bactérias de interesse no processamento de pescado passaram a ser estudados no contexto das tilápias, no intuito de promover medidas de controle e prevenção para surtos das doenças (9, 10, 11).

Diante do exposto, a tilapicultura e o processamento de tilápias exige uma visão holística de todos os riscos que acometem a atividade, de forma a facilitar o entendimento dos pontos críticos de controle a serem observados no contexto de cada produtor. Assim, o objetivo do presente trabalho é elucidar os principais micro-organismos de interesse que acometem as etapas da cadeia produtiva de tilápias, assim como na sua comercialização e consumo.

CADEIA PRODUTIVA

A produção de tilápia, desde o cultivo ao processamento, envolve uma série de etapas, cada uma com sua devida importância para a segurança e garantia da qualidade do produto final. Entretanto, todo o processo apresenta muitos pontos críticos de controle a serem observados, sendo, assim, muito passível de falhas que podem levar à contaminação do pescado. São exemplos dessas: manejo inadequado; contaminação da água utilizada no processamento, a ruptura das vísceras durante a evisceração, o uso de equipamentos contaminados e o uso de gelo contaminado para armazenamento e/ou insensibilização. Já durante a comercialização, a contaminação pode ocorrer devido a temperaturas inadequadas de acondicionamento, à exposição do produto e à contaminação do gelo de acondicionamento (no caso dos peixes vendidos *in natura*). Estudos comprovam que a ocorrência dessas falhas é comum, levando em consideração as análises da tilápia e de seus derivados quando já estão à venda em estabelecimentos e, por isso, reforçam a necessidade de medidas de controle mais efetivas para evitar a contaminação do consumidor final (12, 8).

O cultivo desse pescado pode ser feito em diferentes regimes de cultivo, a depender da infraestrutura do produtor, sendo os principais praticados no Brasil o semi-

intensivo e o intensivo. De maneira geral, primeiramente os alevinos (filhotes de tilápia), adquiridos em fazendas maiores ou produzidos na fazenda, são transportados até a área de cultivo para a recria e manejo, de acordo com o regime escolhido (13). Os peixes são deixados nesses tanques para engorda, até o momento de despesca para prosseguir as etapas de abate e processamento.

Quando as tilápias atingem o peso médio de 500 g, prosseguem os procedimentos pré-abate, que devem ser executados de forma a promover o menor estresse possível aos animais e o bem-estar animal, fatores que podem interferir na qualidade do produto final. Inicialmente é feita a despesca, onde é feita a retirada do pescado dos tanques de recria e engorda e realocação para tanques distintos para a realização do jejum e da depuração, se for o caso. O jejum é de suma importância para o esvaziamento do trato gastrointestinal do peixe e, assim, mitigar os riscos de contaminação pelas fezes dos animais. Recomenda-se ainda a realização da depuração em combinação com o jejum, que consiste na renovação da água do tanque para minimizar a ocorrência de odores e sabores indesejáveis no produto final - *off-flavor* - e auxiliar na redução da contagem de micro-organismos (14).

Em seguida, é feito o transporte do pescado para o local onde será realizado o abate. Nessa etapa, deve-se ter rígido controle para a sua realização e manejo com o menor estresse possível às Tilápias, já que existem muitos pontos em que esse pode ser agravado, tais como temperatura da água e densidade de animais nos tanques de transporte. Antes da realização do abate, deve ser feita a insensibilização das tilápias, podendo essa ser feita por diferentes métodos, priorizando o bem-estar animal. Por fim, é feito abate das tilápias em estruturas ideais para esse fim. O abate pode também ser realizado por diferentes métodos, sendo escolhido o mais compatível com a produção e realidade do produtor, em que são exemplos o choque térmico, o choque elétrico e o golpe letal na cabeça do peixe (14). Em adjunto, durante o processamento das tilápias, são feitos os cortes destinados à comercialização, principalmente o corte do filé de tilápia que, apesar de ser o mais aceito comercialmente, tem baixo rendimento (15).

Quando em comercialização, a tilápia é acometida a métodos de conservação para aumentar sua durabilidade. Na maior parte dos casos, o pescado é vendido congelado, podendo esse ser embalado (quando abatido e vendido em escala industrial) ou *in natura*, no caso da tilápia inteira vendida principalmente em feiras livres e peixarias.

CRIADOUROS

A água dos criadouros apresenta altas contagens de micro-organismos que podem ou não ser maléficos ao pescado, além de patogênicos aos seres humanos (16). Isso ocorre em razão da contaminação pelas fezes do próprio pescado e de outros animais que rondam os sistemas de criação; da contaminação do ambiente e em razão do escoamento das águas pluviais para os tanques, contaminada por todo ambiente ao redor dos criadouros (9). Dentre os principais micro-organismos presentes na água, é válido ressaltar os que pertencem à família dos *Enterobacteriaceae* (*Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Klebsiella* spp., entre outros) e *Aeromonas* spp. Alguns desses são associados à patogenicidade em tilápias, além dos que podem ser introduzidos através de contaminação externa, tais como: *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda*, *Streptococcus agalactiae*, *Francisella* spp., Tilapia Lake Virus (TiLV), entre outros (17). As infecções causadas por vírus e bactérias são os principais fatores limitantes para a

tilapicultura e, junto a isso, as condições de manejo do pescado e o nível de estresse ao qual é submetido influenciam diretamente na imunidade dos animais, tornando as boas práticas de manejo ainda mais importantes para o sucesso da atividade (14, 5).

As bactérias do gênero *Aeromonas* são responsáveis por doenças em culturas de várias espécies de pescado de água doce, inclusive nas culturas de tilápia. Isso acontece porque são bactérias comuns do ambiente aquático e, por isso, as boas práticas de manejo são um dos principais métodos de prevenção. Das bactérias desse gênero, *A. hydrophila* é a principal causadora de mortalidades no pescado (7), mas também merecem atenção *Aeromonas jandaei* e *Aeromonas veronii*. Essas bactérias, quando infectam o peixe, podem causar sintomas como hemorragia cutânea e perda do epitélio, além de complicações em órgãos internos, com a morte dos peixes acometidos à infecção entre 2 e 10 dias após a apresentação dos sintomas, causando alta mortalidade na produção (18). Pode-se fazer o tratamento das infecções com o uso de antibióticos específicos e outros medicamentos. Atualmente, há a comercialização de vacinas para a prevenção da infecção nas tilápias, mas ainda são conduzidos estudos para o desenvolvimento de vacinas cada vez mais eficazes (19). Ainda assim, essas não são acessíveis a todos os produtores e, nesses casos, são indicados métodos de prevenção relacionados às boas práticas de manejo do pescado, quarentena dos que apresentam sintomas e cuidados quanto à biossegurança do cultivo. Por fim, algumas cepas do gênero *Aeromonas* podem causar gastroenterites em seres humanos, originadas pela ingestão do pescado ou água contaminados (20).

Outro gênero de importância é o *Streptococcus*, que contém bactérias que comumente acometem toda a produção de tilápias: *Streptococcus iniae* e *S. agalactiae*, sendo a última de maior prevalência nestes peixes. A infecção por essa apresenta vários sintomas clínicos, como por exemplo letargia, anorexia, hemorragias cutâneas, movimentos erráticos e aparecimento de granulomas, com a bactéria isolada principalmente no encéfalo, rim e fígado da tilápia (18, 21). A contaminação é normalmente associada à contaminação horizontal e pelas más condições de higiene da água, causando altas taxas de mortalidade se os surtos não forem controlados (22). Por ser uma doença comum, existem diferentes tipos de vacinas para os micro-organismos disponíveis no mercado, tanto específicas como associadas à proteção de outras bactérias, como *A. hydrophila* (23, 19).

A franciselose é uma bacteriose comum, mas de alta mortalidade, causada por espécies de bactérias do gênero *Francisella*, principalmente pela *Francisella noatunesis*. Essas se caracterizam pela sua resistência à sobrevivência no ambiente e formação de biofilmes e, por se tratar de cocobastões Gram-negativos imóveis, têm como principal meio de transmissão o contato direto entre os indivíduos infectados, além do contato com a água e alimentos contaminados. Quando em condições ideais (de baixas temperaturas da água), o micro-organismo é altamente transmissível e pode ocasionar danos severos na produção. A doença tem sinais clínicos comuns de outras infecções, como anorexia e movimentos erráticos, mas também pode ser visível a formação de lesões musculares e granulomas em órgãos internos, por isso, o diagnóstico ideal da doença é por meio de testes clínicos. Como medidas preventivas e de controle, pode ser feito o uso de vacinas para a prevenção, o uso de antibióticos específicos e outros medicamentos para o tratamento, além da aplicação de imunostimulantes e probióticos para a melhora do sistema imunológico (24, 18).

Outra bactéria comumente envolvida em infecções em várias espécies de organismos aquáticos é *E. tarda*, pertencente à família Enterobacteriaceae. *E. tarda* é um habitante natural do intestino de animais e é comum do ambiente aquático, presente em vários países, com sua presença e virulência relacionada ao desequilíbrio ambiental e ao manejo inadequado do cultivo (5). Os sinais clínicos para a infecção causada por esta bactéria são característicos: comportamento anormal (natação circular e próxima à superfície); perda de pigmentação; opacidade ocular; hérnia retal; estufamento do abdômen; entre outros. Diante de seus meios de propagação, indica-se como medidas preventivas a vigilância quanto às boas práticas de manejo, mantendo-se parâmetros físico-químicos da água ideais para que a contaminação não ocorra. Além disso, pode ser feito o uso de imunoestimulantes e probióticos para a prevenção e medicamentos específicos para o tratamento. Essa é uma doença que pode causar altos índices de mortalidade do pescado se não tratada, não só no caso da tilápia, como em outras culturas de peixes. Dessa forma, grandes esforços foram realizados para o desenvolvimento de vacinas efetivas contra a doença, que já podem ser encontradas em comercialização (25).

Além dessas, outras bacterioses acometem as culturas de tilápias e, também merecem atenção quanto aos seus sinais clínicos, proliferação e potencial zoonótico. As infecções causadas por *Vibrio* spp., especialmente *Vibrio alginolyticus*, causam alta morbidade e mortalidade em culturas aquáticas. Em tilápias, apresenta sinais clínicos como exoftalmia, opacidade da córnea e distensão abdominal e tem como fatores motivadores irregularidades na temperatura da água de cultivo (26). Com características semelhantes, a *Flavobacterium columnare*, micro-organismo comum do ambiente aquático, é o agente etiológico da columnariose. As infecções são motivos de alta mortalidade em tilápias e essas apresentam como sintomas lesões na pele e o aparecimento de áreas cinzentas ou amareladas pelo corpo do animal, com os mecanismos de transmissão principalmente horizontais (27). Há também infecções causadas por espécies do gênero *Mycobacterium*, que são comuns em peixes, mas também podem acometer seres humanos. Na tilapicultura, *Mycobacterium marinum*, *Mycobacterium fortuitum* e *Mycobacterium chelonae* são as espécies de maior interesse, com infecções que causam perda de escamação, úlceras na derme, comportamento anormal e outros sinais não clínicos (5). Por fim, é válido citar *Klebsiella pneumoniae*, uma bactéria emergente à qual tem sido relatada patogenicidade no pescado, além de ser também patogênico a seres humanos. Essa pode causar grandes perdas nas culturas através da contaminação natural, sendo os seus sintomas ainda pouco conhecidos, mas letargia, anorexia e hemorragias cutâneas já foram relatados em surtos da doença (28, 20).

É imprescindível ressaltar a doença causada pelo denominado Tilapia Lake Virus (TiLV), vírus que compromete a produção de tilápias de forma devastadora, podendo levar a perda de até 90% da criação e que, por isso, toda a produção do pescado mundial é vulnerável. A doença tem como agente etiológico o vírus *Tilapia tilapinevirus*, pertencente à família *Amnoonviridae*, extremamente virulento e a transmissão desse pode ocorrer tanto de forma horizontal, quanto vertical, comprometendo todos os estágios de crescimento das tilápias. A doença apresenta vários sintomas, com os principais sendo a opacidade da córnea do pescado; anemia; anorexia; perda de apetite e palidez do corpo. A sua incidência em tilápias é relativamente recente, com o primeiro surto relatado em Israel, em 2009. Desde então, síndromes similares em produções de outros países, como Egito, Estados Unidos, Equador, Tailândia e outros países da Ásia foram relatadas para a contaminação com o vírus e a alta mortalidade causada por ele. Há ainda relatos de

coinfecção do TiLV com bactérias com *Aeromonas* spp., *Flavobacterium* spp. e *Streptococcus* spp. Sobre as medidas preventivas, ainda não foram definidos procedimentos claros e efetivos especificamente contra o vírus além das boas práticas de manejo, procedimentos de quarentena e biossegurança aplicados à produção. No Brasil, até o momento, ainda não há relatos de surtos da doença, mas pelas suas características, elevada perda da produção e presença em países que fazem fronteira com o país, como Colômbia e Peru, tornando-a uma problemática digna de atenção e medidas preventivas (29, 30).

Além da doença causada pelo TiLV, existem outras doenças virais que também são importantes do ponto de vista sanitário pelo seu alto potencial de prejuízos à produção e mortalidade de tilápias. Dentre essas, é válido ressaltar a necrose pancreática infecciosa, causada pelo Aquabirnavirus; a necrose viral nervosa, causada pelo Betanodavirus; a encefalite da tilápia, causada pelo Herpesvirus; entre outras. Apesar de todo o conhecimento que se tem sobre essas patologias, novos vírus podem emergir e causarem impactos econômicos e sanitários negativos. Diante disso, é importante que os sistemas de vigilância epidemiológica de doenças que afetam a produção de tilápias implementem métodos cada vez mais eficientes de detecção viral (6).

PROCESSAMENTO, ARMAZENAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO

Produtos oriundos da atividade pesqueira, no geral, contêm características que favorecem o crescimento de micro-organismos tanto patogênicos, quanto deteriorantes a esses alimentos, tornando o controle adequado do processamento, armazenamento e comercialização essenciais para a segurança do produto final. O mesmo se faz para as tilápias, onde diversos organismos podem comprometer a sua segurança. A falta de Boas Práticas de Fabricação (BPF), má higienização de equipamentos e utensílios e negligências quanto ao armazenamento levam à contaminação microbiológica do alimento, além de favorecerem à formação de biofilmes, principalmente no caso de pescados. Dessa forma, alguns grupos de micro-organismos se destacam como os principais causadores de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar.

A família *Enterobacteriaceae* é composta por micro-organismos de interesse em alimentos patogênicos e indicadores de contaminação de origem fecal, incluindo-se *Salmonella* spp., *E. coli*, *Shigella* spp. e *Campylobacter* spp. Tais micro-organismos são cerne de preocupação no âmbito da vigilância da segurança dos alimentos, uma vez que são responsáveis por grande parte das DTHA relatadas no mundo. Boa parte desses se apresentam em altas contagens em tanques de cultivo do pescado, mas não são comumente relacionados à patogenicidade deste produto. Ainda assim, o pescado pode servir como fator de contaminação do consumidor final, em razão de más condições de higiene do processo, manipulação inadequada e falhas de acondicionamento (9, 10, 16, 31). Em adjunto, algumas dessas bactérias podem sobreviver por longos períodos de tempo sob acondicionamento no gelo, principal método de conservação utilizado para a comercialização de tilápias (32, 33, 34). Ainda é válido ressaltar que alguns sorotipos das bactérias pertencentes à família dos *Enterobacteriaceae* estão associados à alta resistência antimicrobiana tanto no Brasil, quanto em outros países, tornando a infecção por bactérias dessa família ainda mais preocupante, sendo exemplos *Salmonella* spp. e *E. coli* (12, 9, 20).

A salmonelose, infecção causada por *Salmonella* spp. apresenta como principal sintoma gastroenterite aguda, sendo mais grave quando ocorre em crianças, gestantes, idosos e imunodeficientes. Surto de salmonelose são menos associados ao consumo de pescado em geral, quando em comparação a outras fontes (35). Atualmente, no Brasil, o limite estabelecido em legislação é ausência de *Salmonella* spp. em pescados, seja qual for a categoria (36). Ainda assim, estudos relatam a contaminação pelo micro-organismo em cortes de tilápia já quando esses já estão disponíveis para consumo, confirmando a incidência frequente de falhas de processamento e de comercialização (37, 38, 15). Dessa forma, o consumidor é acometido por *Salmonella* spp. oriunda de pescado pela via da contaminação cruzada e pelo consumo do alimento contaminado e/ou do peixe cru ou mau cozido (9, 10).

No caso de *E. coli*, alguns sorotipos são patogênicos e podem causar toxinfecções e infecções alimentares, com sintomas como gastroenterites, calafrios e vômito que podem ser caracterizados como graves, a depender da cepa causadora da doença. A sua presença na tilápia ocorre em seus órgãos internos, sendo relatada a detecção da bactéria no fígado e no intestino do peixe (11, 16). Quando em comercialização, sua presença no pescado é relacionada a presença de micro-organismos do grupo Coliformes a 45 °C, sendo que a contaminação ocorre principalmente durante o processamento, em razão da má higiene da manipulação, corte do intestino da tilápia durante a evisceração e pela contaminação da água utilizada na atividade (37, 15, 8). O limite permitido de contaminação do por *E. coli* pescado é de 5×10^2 UFC.g⁻¹, conforme a legislação vigente (36).

A shigelose é uma infecção de origem alimentar causada por *Shigella* spp., sendo esse altamente transmissível. Essa infecção pode ser considerada grave em crianças, idosos, gestantes e imunossuprimidos, assim como levar à morte, sendo a espécie *Shigella dysenteriae* causadora de casos mais graves e de maior letalidade. Ainda assim, a maioria dos infectados são assintomáticos (20, 39). Esse micro-organismo não causa doenças na tilápia, mas pode ser encontrado em órgãos internos do pescado, portanto, sua presença nas tilápias ocorre majoritariamente em razão da contaminação durante o processamento e manipulação (11).

Outro micro-organismo importante na produção de alimentos e, em especial, de tilápias é a espécie *Staphylococcus aureus*, comum no ambiente como um todo e, principalmente, na microbiota de seres humanos e animais (20). Tal micro-organismo é frequentemente associado a surtos de DTHA, uma vez que produz enterotoxinas termoestáveis - resistentes à cocção - que causam intoxicação alimentar (38). Assim, mesmo que o micro-organismo seja eliminado com o tratamento térmico a altas temperaturas, a enterotoxina produzida por ele ainda pode causar doença. Nas tilápias, a sua presença é associada à falta de boas práticas de manipulação, má higiene de equipamentos e falhas de acondicionamento, O gelo onde a tilápia é acondicionada e a exposição dessa durante a comercialização também são causas de contaminação (34, 37). Segundo a legislação brasileira atual (36), o limite máximo permitido para a contagem de *S. aureus* em pescados é de 10^3 UFC.g⁻¹.

No processamento e comercialização de tilápias, existem também outras bactérias de interesse que podem levar a doenças de origem alimentar e que têm o pescado como fator de proliferação. Dentre essas, estão *A. hydrophila*, *Plesiomonas shigelloides*, espécies do gênero *Campylobacter*, que podem causar gastroenterites, cólicas abdominais e calafrios; *Listeria monocytogenes*, originando em vômitos, febre e sintomas de gripe;

entre outras (17, 20, 40). Ainda assim, existem DTHA onde não é possível identificar seus agentes etiológicos. Isto, aliado ao aumento do consumo e comercialização de tilápia contribui para a adaptação ou aparecimento de novos micro-organismos potencialmente patogênicos a seres humanos. Portanto, é necessário o frequente monitoramento das etapas de processamento e comercialização desse peixe, assim como implantar medidas preventivas eficazes para prevenção de doenças.

A qualidade da água é um ponto crítico de controle que merece atenção especial no processamento de tilápias. A água pode servir de fator de contaminação em qualquer sistema de produção alimentícia, mas no caso do processamento de tilápias - produto que agrega fatores favorecedores do desenvolvimento de micro-organismos - esse é um fator excepcional, uma vez que pequenas cargas microbianas podem se multiplicar na superfície do pescado e causarem DTHA. Assim, os micro-organismos supracitados também têm importante papel nesse fator de contaminação e é ainda válido ressaltar que a água não implica somente na qualidade do produto durante o processamento, como também na saúde de seus manipuladores. O mesmo se faz para o gelo utilizado durante a produção e comercialização, que é frequentemente associado a casos de contaminação de produtos pesqueiros (34).

CONCLUSÕES

Diante do exposto, a cadeia produtiva de tilápias está acometida a diferentes riscos que podem comprometer a qualidade do produto final. No manejo, as principais infecções conhecidas até então são causadas pela *Aeromonas hydrophila*, *Edwardsiella tarda*, *Streptococcus agalactiae*, *Francisella* spp. e Tilapia Lake Virus (TiLV). Já na produção, *Salmonella* spp., *E. coli*, *S. aureus* e *Shigella* spp. merecem atenção, uma vez que surtos relacionados a esses agentes etiológicos são frequentemente relatados. Pelo fato de existirem tantos micro-organismos que podem comprometer a produção de tilápias e o consumidor, medidas de controle como as boas práticas de manejo, as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) devem ser aplicadas, sendo essas submetidas a medidas de fiscalização intensas, com o fito de atenuar os riscos de contaminação do peixe e de seus consumidores. Não obstante, é extremamente importante a vigilância adequada de todos os agentes etiológicos envolvidos e dos surtos de doenças relacionados à atividade, em razão de tamanha importância na saúde pública.

REFERÊNCIAS

1. FAO. A Situação Mundial da Pesca e da Aquicultura. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2020.
2. Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2021. São Paulo: PEIXE BR; 2021. (Anuário; 143).
3. Maciel, ES. Perspectiva do consumidor perante produto proveniente da cadeia produtiva de tilápia do Nilo rastreada (*Oreochromis niloticus*) consumo de pescado e qualidade de vida [Tese]. Piracicaba: Centro de Energia Nuclear na Agricultura; 2011.d

4. Guimarães JL, Calixto FA, Mesquita EF. Produção e utilização da carne mecanicamente separada de pescado: Uma revisão. *Higiene Alimentar*. 2017;269.
5. Eberhardt BG. Avaliação de micro-organismos zoonóticos em filés de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) [Tese]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista; 2018. 82 p. Doutorado em Medicina Veterinária.
6. Machimbirike VI, Jansen MD, Senapin S, Khunrae P, Rattanarojpong T, Dong HT. Infecções virais em tilápias: mais do que apenas TiLV. *Aquaculture*. 2019;503:508-518.
7. Dong HT, Techatanakitarnan C, Jindakittikul P, Thaiprayoon A, Taengphu S, Charoensapsri W, Khunrae P, Rattanarojpong T, Senapin S. *Aeromonas jandaei* e *Aeromonas veronii* causaram doença e mortalidade em Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L). *Journal of Fish Diseases*. 2017.
8. Onjong HA, Ngayo MO, Mwaniki M, Wambui J, njage PM. Segurança microbiológica de tilápias frescas (*Oreochromis niloticus*) das cadeias de valor de peixes de água doce do Quênia. *Journal of Food Protection*. 2018;81:1973–1981.
9. Helmi AM, Mukti AT, Soegianto A, Mahardika K, Mastuti I, Effendi MH, Plumeriastuti H. Uma revisão de *Salmonella* sp. em Tilápia (*Oreochromis niloticus*): Importância para a Saúde Pública. *Systematic Reviews in Pharmacy*. 2020;11:819-826.
10. Fernandes DV, Castro VS, Neto AC, Figueiredo EE. *Salmonella* spp. na cadeia produtiva de pescado: uma revisão. *Ciência Rural*. 2018;48.
11. Latif HM, Sedeek EK. Diversidade de *enterobacteriaceae* recuperadas de *Oreochromis niloticus* cultivado doente. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 2017;5:29-34.
12. Ferreira AC. Ocorrência de *Salmonella* spp. em tilápia fresca comercializada no Distrito Federal e avaliação do perfil de resistência antimicrobiana das cepas isoladas [Dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2021. 89 p. Mestrado em Ciências e Tecnologias em Saúde.
13. Embrapa. Produção de tilápia: Mercado, espécie, biologia e recria. Terezina: Embrapa; 2007. (Circular Técnica; 45).
14. Ferreira NA, Araújo RV, Campos EC. Boas práticas no pré-abate e abate de pescado. *Pubvet*. 2018;12:1-14.

15. Bartolomeu DA, Dallabona BR, Macedo RE, Kirschnik PG. Contaminação microbiológica durante as etapas de processamento de filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*). Archives of Veterinary Science. 2011;16:21-30.
16. Pinheiro LB. Piscicultura de tilápia: Efeitos da contaminação por *Escherichia coli* e *Salmonella enteritidis* [Dissertação]. Pombal: Universidade Federal de Campina Grande; 2018. 43 p. Mestrado em Sistemas Agroindustriais.
17. Sánchez AJ, Chaurand LD, Ramirez MD, Ochoa ET. *Plesiomonas*: Uma Revisão sobre Segurança do Alimento, Doenças Transmitidas por Peixes e Tilápia. The Scientific World Journal. 2021;2021.
18. Leira MH, Lago AA, Viana JA, Cunha LT, Mendonça FG, Freitas RT. As principais doenças na criação de tilápias no Brasil: Uma revisão de literatura. Nutri Time. 2017;14.
19. Rivas AV. Vacina bivalente contra infecção por *Aeromonas sobria* e *Streptococcus agalactiae* em Tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) do oeste do Paraná, Brasil [Dissertação]. Foz do Iguaçu: Universidade Federal de Integração Latino-Americana; 2020. 57 p. Mestrado em Biociências.
20. Forsythe SJ. Microbiologia da segurança dos alimentos. 2nd ed. Porto Alegre: Artmed; 2013. 620 p. ISBN: 978-85-363-2706-8.
21. Marcusso PF, Eto SF, Claudiano GS, Vieira FC, Salvador R, Moraes JR, Moraes FR. Isolamento de *Streptococcus agalactiae* em diferentes órgãos de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. Bioscience Journal. 2015;31.
22. Mian GF, Godoy DT, Leal CA, Yuhara TY, Costa GM, Figueiredo HC. Aspectos da história natural e virulência da infecção por *S. agalactiae* em tilápia do Nilo. Veterinary Microbiology. 2009;136.
23. Liu G, Zhu J, Chen K, Gao T, Yao H, Liu Y, Zhang W, Lu C. Desenvolvimento de vacinas contra *Streptococcus agalactiae* para tilápias. Diseases of Aquatic Organisms. 2016;122.
24. Raghianti F, Ferrasso MM, Rodrigues MV, Biondi GF, Martins OA. *Francisella* spp. em tilápias no Brasil: uma revisão. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal. 2017;11.
25. Xu T, Xang XH. *Edwardsiella tarda*: um problema intrigante na aquicultura. Aquaculture. 2013.
26. Sayed ME, Algammal AM, Atta ME, Mabrok M, Emam AM. Patogenicidade, tipagem genética e sensibilidade a antibióticos de *Vibrio alginolyticus* isolado de *Oreochromis niloticus* e *Tilapia zillii*. Revue de Médecine Vétérinaire. 2019.

27. Wonmongkol P, Sukhavachana S, Ampolsak K, Srisapoome P, Suwanasopee T, Poompuang S. Parâmetros genéticos para resistência contra *Flavobacterium columnare* em tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. Journal of Fish Diseases. 2017.
28. Silva DV, Assane IM, Alves LO, Gomes FC, Moro EV, Kotzent S, Silva AP, Pilarski F. *Klebsiella pneumoniae* causando mortalidade em massa em juvenis de tilápia do Nilo no Brasil: Isolamento, caracterização, patogenicidade e relação filogenética com outras linhagens ambientais e patogênicas de origem animal e humana. Aquaculture. 2021;546.
29. Aich N, Paul A, Choudhury TG, Saha H. Doença do Tilapia Lake Virus (TiLV): Status atual de entendimento. Aquaculture and Fisheries. 2022;7:7-17.
30. Surachetpong W, Roy SR, Nicholson P. Tilapia Lake Virus: A história até agora. Journal of Fish Diseases. 2020;1-18.
31. Filho JV, Pontes WP, Pontuschka RB, Santos AM, Cavali J. Cadeia do pescado: *Salmonella* spp. como agente contaminante. Ciência e Saúde Animal. 2022 Feb 23;2:48-68.
32. Don S, Ammini P, Nayak BB, Kumar SH. Comportamento de sobrevivência de *Salmonella enterica* em peixes e camarões em diferentes condições de armazenamento. LWT: Food Science and Technology. 2020;132.
33. Manios SG, Skandamis PN. Efeito do armazenamento congelado, diferentes métodos de descongelamento e processos de cozimento na sobrevivência de *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* O157:H7 em hambúrgueres de carne de formato comercial. Meat Science. 2015;101:25-32.
34. Moura CM, Costa JA, Sousa AM, Filho JH, Bacelar RG, Santos JT, Muratori MC. Avaliação da qualidade microbiológica de filés de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) e do gelo e a interação dos fatores após armazenagem. Medicina Veterinária (UFRPE). 2018;12.
35. Sheng L, Wang L. A segurança microbiana de peixes e produtos de pescado: avanços recentes na compreensão de seu significado, fontes de contaminação e estratégias de controle. Comprehensive Reviews in Food Science And Food Safety. 2021;20:738-786.
36. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa (IN) n° 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial União. 26 dez 2019;Seção 1:133.

37. Ferreira AC, Monteiro ES, Sousa DO, Silva CM, Silva IC, Orsi DC. Avaliação da qualidade microbiológica da tilápia fresca comercializada no Distrito Federal e do gelo utilizado para sua conservação. *Scientia Plena*. 2021;17.
38. Monteiro ES. Qualidade microbiológica de tilápia fresca comercializada no Distrito Federal [Trabalho de Conclusão de Curso]. Brasília: Universidade Brasília; 2018. 67 p. Graduação em Farmácia.
39. Sánchez AJ, Chaurand LD, Barrientos RG, Azocar AL. Peixe, Tilápia, e Shigelose: Uma revisão. *African Journal of Agricultural Research*. 2021;17:498-512.
40. Sánchez DV, Galvão JA, Oetterer M. Fontes de contaminação, sorotipos, capacidade de formação de biofilme e resistência a biocidas de *Listeria monocytogenes* persistente em instalações de processamento de tilápia. *Journal of Food Science and Technology*. 2017.

Capítulo 28

doi.org/10.53934/9786599539664-28

INFLUÊNCIA DOS REVESTIMENTOS DE GEL DE ALOE VERA E GOMA DE FENO-GREGO NA ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA EM MAÇÃ CV. FUJI MINIMAMENTE PROCESSADA

Raissa Souza Lazzaris¹; Ana Caroline Ferreira Carvalho²; Mirza Sullayma Lahud Barbary do Amaral³; Tuany Gabriela Hoffmann⁴; Sávio Leandro Bertoli⁵; Carolina Krebs de Souza⁶

¹Estudante do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química – CCT – FURB; Email: raissalazzaris@hotmail.com

²Estudante do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química – CCT – FURB; Email: anacarolinefc@outlook.com

³Estudante do Curso de Graduação em Nutrição – CCS – FURB; Email: mirza_barbary@hotmail.com

⁴Pesquisador do Departamento de Engenharia Química – CCT – FURB; Email: tuanyhoffmann@gmail.com

⁵ Docente do Departamento de Engenharia Química – CCT – FURB; Email: savio@furb.br

⁶ Docente do Departamento de Engenharia Química – CCT – FURB; Email: carolinakrebs@furb.br

Resumo: A maçã (*Malus domestica*) é uma fruta mundialmente produzida e consumida. Quando minimamente processada, seu metabolismo, frescor e qualidade sensorial se alteram, diminuindo sua vida de prateleira e tornando sua comercialização um desafio para a indústria. Neste estudo, o objetivo foi desenvolver e aplicar o revestimento comestível ativo à base de gel de *Aloe vera* (40% m/v) e goma de semente de feno-grego (0,5% m/v), enriquecido com compostos ativos, como o íon de cálcio e antioxidantes, como os ácidos oxálico e ascórbico, na conservação de maçãs cv. Fuji minimamente processadas, armazenadas em ambiente refrigerado a $0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e $8\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 28 dias. As amostras de maçã revestidas foram estudadas quanto à propriedade físico-química do pH e ao crescimento microbológico (bactérias mesófilas e bolores e leveduras). Os atributos de qualidade foram afetados pelo tempo e temperatura de armazenamento e pelo revestimento aplicado. Durante todo o período de armazenamento refrigerado, o pH permaneceu próximo de 4,5 e 4,3 nas temperaturas de 0°C e 8°C , respectivamente. O crescimento de microrganismos foi maior a 8°C e o revestimento mais eficaz em inibir o crescimento de bolores e leveduras foi o de goma de feno-grego. Já à 0°C , o melhor resultado obtido foi com a combinação de gel de *Aloe vera* e goma de feno-grego. Os dados obtidos na pesquisa evidenciaram efeitos positivos dos revestimentos na qualidade da maçã minimamente processada como uma técnica inovadora e sustentável para manter a qualidade da fruta.

Palavras-chave: *Aloe vera*; goma de feno-grego; maçã; revestimento comestível; refrigeração

INTRODUÇÃO

Frutas e vegetais minimamente processados são tendência nos últimos anos, devido à economia de tempo de preparo e por ser uma opção prática e saudável. O mínimo

processamento pode incluir desde a seleção, lavagem e sanitização até cortes e descascamento, proporcionando uma possível superfície de corte não estéril com tecidos danificados. Com isso, aumenta a suscetibilidade a contaminações microbianas devido à destruição de barreiras naturais dos alimentos, alto teor de água e nutrientes e por não possuírem conservantes adicionados (1,2).

A preservação do frescor e da qualidade de frutas e vegetais minimamente processados é um desafio para a indústria, já que possuem metabolismo ativo depois da colheita. A perecibilidade desses alimentos é aumentada em decorrência da exposição da fruta ou vegetal ao ambiente juntamente ao estresse metabólico resultante do corte. Os efeitos no alimento in natura minimamente processado é o aumento de água na superfície, perda de massa e, conseqüentemente, redução do teor de umidade, alteração na taxa respiratória, escurecimento por processos oxidativos e danos celulares, que favorece o crescimento de microrganismos por expor o citoplasma e disponibilizar água e nutrientes, levando à rápida deterioração do produto (3,4,5).

O fator econômico mais importante dos alimentos minimamente processados é o tempo de armazenamento, em que a segurança e a qualidade do produto devem ser asseguradas durante todo o período da cadeia comercial. Caso contrário, o alimento minimamente processado perde seu valor por não ser mais visualmente atraente ao consumidor, que questiona sua segurança e qualidade sensorial (1). Assim, com o intuito de prevenir a contaminação desses alimentos e sua rejeição comercial, surgiram os revestimentos comestíveis ativos, capazes de prevenir o crescimento microbiológico através de compostos antimicrobianos e outros aditivos como antioxidantes e firmadores de polpa, para estender a qualidade sensorial (6,7).

Entre os exemplos de revestimento, o gel de *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) e a goma de feno-grego (*Trigonella foenum graecum*) possuem potencial para uso como matriz polimérica por suas propriedades ativas naturais. O gel de Aloe Vera, além de ser útil como uma barreira semipermeável para atividade de água e gases e apresentar atividade antioxidante, contém propriedades e compostos bastante eficazes contra oxidação e inibição do crescimento de microrganismos como fungos e bactérias patogênicas encontradas em produtos alimentícios (8,9). As sementes de feno-grego possuem vários componentes químicos, como por exemplo saponinas, cumarina, trigonelina, entre outras, que são responsáveis pela sua suposta ação terapêutica, antibacteriana e antifúngica. Extratos da semente de feno-grego foram testados contra o crescimento de fungos e bactérias como *Staphylococcus aureus* e *Enterobacter cloacae* e demonstraram grande potencial na redução desses microrganismos (10). O revestimento comestível de gel de *Aloe vera* já foi bastante relatado na literatura na preservação de frutas minimamente processadas como o tomate (11), pêssegos (12), ameixas (13), kiwis (14), morangos (15), cerejas (16), mamão papaia (17) e maçãs (18).

A maçã (*Malus domestica*) é uma das frutas mais consumidas no mundo. Segundo a Organização para Alimentos e Agricultura (FAO), em 2019, 87 milhões de maçãs foram produzidas no mundo, sendo o Brasil responsável por 1 milhão dessa produção (19). Quando minimamente processada, desencadeia a perda de integridade estrutural do tecido vegetal, o que altera sua textura, firmeza e suculência, promove a produção endógena do gás etileno, oxidação dos polifenóis e o crescimento de microrganismos, fatores que agilizam o processo de senescência e a perda de nutrientes e qualidade sensorial (20).

As frutas, de forma geral, são naturalmente contaminadas por microrganismos devido ao ambiente em que ocorre o plantio, manuseio e processamento pós-colheita. Assim, a microflora presente nos alimentos in natura minimamente processados é diversa,

podendo ser desde bactérias gram-negativos, bolores e leveduras, que são a grande maioria dos microrganismos presentes, até as bactérias patogênicas (21,22). Entre os principais microrganismos presentes nas maçãs, estão os fungos das espécies de *Penicillium*, *Aspergillus* e *Byssochyلامys*, bolores que produzem uma micotoxina, chamada patulina. Em relação as bactérias que exigem atenção devido a segurança do alimento, estão a *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes*, entre as mais comuns encontradas nas maçãs (20,23). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial antimicrobiano dos diferentes revestimentos de gel de *Aloe vera* e goma de feno-grego empregados na maçã cv. Fuji minimamente processada e armazenada sob refrigeração.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

Maçãs (*Malus domestica*) cv. Fuji foram adquiridas em um mercado da região de Blumenau. O estágio de maturação do fruto foi o comercial (>12°Brix), sendo selecionados quanto à uniformidade de tamanho, forma e cor, sem quaisquer danos mecânicos e doenças. As amostras foram separadas de acordo com o revestimento testado e a análise a ser realizada. Ainda, por se tratar de amostras de sacrifício, as réplicas foram divididas em 5 grupos, representando os tempos de análise durante os 28 dias de armazenamento refrigerado (0, 7, 14, 21 e 28 dias).

Gel de *Aloe vera*

As folhas maduras de *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) foram obtidas junto à empresa Naturama Indústria e Comércio de Produtos Agropecuários Ltda., localizada no município de Paulo Lopes, Santa Catarina. No laboratório, as folhas foram lavadas e congeladas até seu processamento. Antes da matriz *Aloe vera* (AV) ser separada do córtex externo da folha, foi realizado a sanitização com solução de cloro (200-250 ppm) e o corte das laterais e das extremidades da folha para realizar o efluxo do látex amarelo, rico em antraquinonas, por 1h, mantendo as folhas na posição vertical. Posteriormente, o hidroparênquima incolor foi removido e homogeneizado em um liquidificador doméstico (Cadence colors 352) e a mistura resultante foi filtrada em pano de algodão esterilizado para remoção das fibras. O filtrado resultante consistiu na matriz AV fresca.

Goma de feno-grego

Para a extração da goma de feno-grego (*Trigonella foenum graecum*), sementes foram compradas em uma loja de produtos naturais local. A extração da goma seguiu a metodologia de Shukla et al. (24) e Gowthamarajan et al. (25) com algumas modificações.

As sementes (100g) foram lavadas em água deionizada, secas parcialmente em câmara de fluxo laminar em temperatura ambiente, maceradas em almofariz e encharcadas com 1,5 litros de água deionizada durante 24 h. Para a liberação total da mucilagem, a mistura foi fervida por 30 min e resfriada por 1 h. Posteriormente, as sementes foram separadas da mucilagem através da filtração com um pano de algodão esterilizado. Ao filtrado, foi adicionado etanol (1:1) para a precipitação da goma e, em seguida, foi realizada a filtração em pano de algodão, novamente. A goma retida no pano, foi seca em estufa (50°C), triturada e armazenada em dessecador em temperatura ambiente até o preparo do revestimento.

Para seu uso no revestimento, a goma sólida foi diluída em água deionizada sob agitação por 30 min. Em seguida, a mistura foi aquecida a 65°C por 2 h (26) e resfriada até atingir a temperatura ambiente, para o revestimento das amostras.

Revestimento e condições de armazenamento

As maçãs Fuji foram tratadas com diferentes revestimentos (Tabela 1), *Aloe vera* (40%), (18), feno-grego (0,5%), a mistura das duas matrizes naturais e o controle (sem as matrizes). Para potencializar o efeito anti-escurecimento e firmador da polpa, foram adicionados ácido ascórbico (1%), ácido oxálico (0,02%) e lactato de cálcio (1,5%) em todos os tratamentos testados.

Tabela 1 - Revestimentos comestíveis testados

Revestimento	Abreviatura	Componentes	Concentração % (m/v)
Controle	C	Ácido ascórbico Ácido oxálico Lactato de cálcio	1 0,02 1,5
<i>Aloe vera</i>	A	Ácido ascórbico Ácido oxálico Lactato de cálcio Gel de <i>Aloe vera</i>	1 0,02 1,5 40
Feno-grego	F	Ácido ascórbico Ácido oxálico Lactato de cálcio Goma de Feno-grego	1 0,02 1,5 0,5
<i>Aloe vera</i> e Feno-grego	AF	Ácido ascórbico Ácido oxálico Lactato de cálcio Gel de <i>Aloe vera</i> Goma de Feno-grego	1 0,02 1,5 40 0,5

No preparo das amostras, as maçãs foram lavadas cuidadosamente com detergente neutro. Em seguida, foram sanitizadas com uma solução de hipoclorito de sódio (200-250 ppm) por 20 min, enxaguadas com água deionizada e secas à temperatura ambiente. O mínimo processamento ocorreu em uma bancada esterilizada e com o auxílio de um cortador, que dividiu a maçã com casca em oito pedaços, eliminando o endocarpo. Cada pedaço foi mergulhado no respectivo revestimento por 5 min e direcionado a bandejas sanitizadas para o escoamento do excesso da solução e secagem ao ar ambiente por 30 min. Em sequência, as frutas tratadas foram colocadas em recipientes plásticos (145 mL) perfurados (cada um com uma única réplica da amostra de maçã), como mostra a Figura 1. Os revestimentos foram avaliados sob duas condições de armazenamento refrigerado, a 0±0,5°C e 8±0,5°C, na ausência de luz. Os testes foram realizados nos dias 0, 7, 14, 21 e 28 de armazenamento.



Figura 1 - Representação da estocagem das amostras de maçã

Análises

O valor do pH foi aferido com pHmetro de bancada (Tecnal 3-MP), seguindo a metodologia de Zenebon e Pascuet (27).

Para as análises microbiológicas, 20g da amostra foram homogeneizados e diluídos em 180mL de água peptonada estéril, em stomacher (Seward Stomacher 400) para posterior contagem microbiana. Três diluições em série foram realizadas em triplicata. A contagem de bactérias mesófilas aeróbias totais seguiu o método de plaqueamento em superfície no ágar padrão para contagem (PCA, Kasvi), com incubação a 35°C, durante 48 h, com inversão das placas. Bolores e leveduras totais foram quantificados através do método de plaqueamento de superfície em ágar batata dextrose (BDA, Kasvi), acidificado com ácido tartárico 10%. A incubação foi realizada a 25°C, durante 5 dias, sem inversão das placas. Os testes foram realizados em triplicata e os resultados expressos em unidades formadoras de colônias (UFC) por g de amostra (28).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O parâmetro do pH está relacionado com o frescor da fruta, apontando a presença de compostos ácidos. Com o tempo, o pH tende a aumentar devido à oxidação de ácidos orgânicos e do processo respiratório que ocorrem com o amadurecimento da fruta (29). Entre os revestimentos testados a 0°C, a variação do pH não foi expressiva. No dia zero os valores foram de 4,28, 4,30, 4,19 e 4,34 para os tratamentos C, A, F e AF, respectivamente. Já ao final dos 28 dias, houve um aumento para 4,54, 4,67, 4,47, e 4,50 para os mesmos tratamentos, respectivamente.

No armazenamento a 8°C, a variação entre os revestimentos também não foi expressiva, porém, a média do valor entre os tratamentos foi menor quando comparada a temperatura de armazenamento a 0°C (Figura 2). O maior pH ao final do período de armazenamento a 8°C foi nos tratamentos com goma de feno-grego, 4,32 e 4,33 para F e AF, respectivamente.

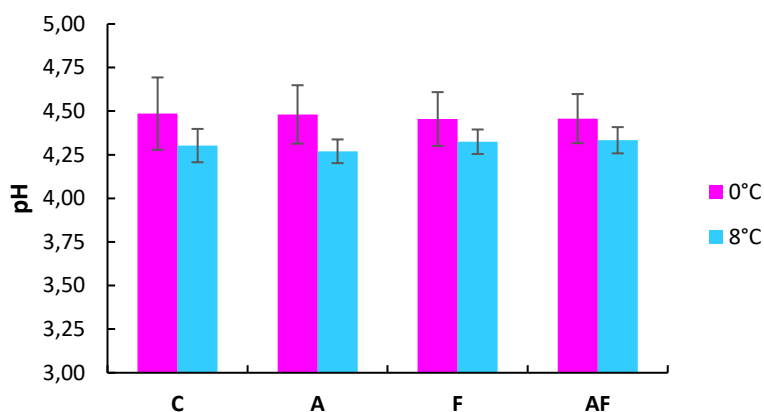


Figura 2 – Valores médios do pH para as temperaturas testadas

Os resultados encontrados estão condizentes aos que foram relatados por Benítez et al. (14) e Athmaselvi et al. (11), em que os valores de pH se mantiveram estáveis com o decorrer do armazenamento, porém com tendência crescente. A discrepância entre os valores deste estudo pode ter sofrido influência da dissimilaridade genética entre as frutas (29), já que as amostras eram destruídas a cada análise.

O monitoramento da temperatura durante o armazenamento é crucial para a qualidade de produtos frescos, já que quanto menor a temperatura, menor será o impacto no metabolismo de reação (30,31). Porém, a temperatura mais baixa (0°C) pode ter causado uma resposta metabólica ao frio, o que resultou em valores de pH mais altos para este armazenamento. Fatores intrínsecos e extrínsecos como o revestimento, condições de armazenamento e variedade da fruta são essenciais para determinar o grau de variação da acidez (32).

Os resultados de pH também possuem influência na atividade microbiana da fruta minimamente processada, já que valores mais baixos limitam o crescimento de certos microrganismos (33). Em alimentos ácidos, com pH entre 4 e 4,5, há crescimento predominante de bolores e leveduras e poucas bactérias, entre elas as lácticas. Em valores de pH inferiores a 4 os microrganismos são exclusivamente bolores e leveduras (34).

Entre as bactérias mesófilas aeróbias, os resultados encontrados pelo estudo estão representados na Tabela 2 e 3, em que os resultados foram maiores para a temperatura de 8°C.

Tabela 2 – Contagem de bactérias mesófilas à 0°C (UFC.g⁻¹)

Tratamentos	Tempo (dias)				
	0	7	14	21	28
C	<100	1,00E+02	1,00E+02	<100	<100
A	1,00E+02	1,00E+02	1,00E+02	7,00E+02	<100
F	1,00E+02	<100	2,00E+02	1,00E+02	1,00E+02
AF	4,00E+02	1,00E+02	<100	<100	1,00E+03

Tabela 3 – Contagem de bactérias mesófilas à 8°C (UFC.g⁻¹)

Tratamentos	Tempo (dias)				
	0	7	14	21	28
C	5,00E+02	5,00E+02	1,00E+02	<100	1,00E+03
A	<100	1,10E+03	3,00E+03	2,31E+04	6,51E+03
F	2,00E+02	<100	1,00E+02	<100	1,00E+02
AF	<100	<100	<100	1,40E+03	1,00E+03

A população inicial de bactérias mesófilas para a temperatura de 0°C foi maior no tratamento AF, que apresentou diminuição do crescimento durante o período de armazenamento e, posteriormente, aumento no vigésimo oitavo dia. Já na temperatura de 8°C, a maior contagem inicial foi no tratamento de controle e, ao final do armazenamento, o revestimento de feno-grego (F) apresentou maior inibição no crescimento de bactérias mesófilas.

Para a contagem dos bolores e leveduras, os resultados obtidos para a temperatura a 0°C (Tabela 4) foram inferiores, quando comparados a contaminação a 8°C (Tabela 5). Na menor temperatura (0°C), a contagem inicial foi igual para todos os revestimentos. O tratamento controle, ao final dos 28 dias, apresentou maior crescimento de bolores e leveduras, seguido pelo F, A e AF. Já a 8°C, a maior contagem ao final do período experimental foi o revestimento com gel de *Aloe vera* (A), seguido do C, AF e F. Em todas as condições testadas, ocorreu o aumento da contagem de bolores e leveduras com o decorrer dos dias.

Os resultados encontrados para bactérias nesse estudo com relação ao revestimento A, foram menores aos relatados por Benítez et al. (14), no dia 7, e Sogvar, Saba e Emamifar (15), no dia 6. Já para os bolores e leveduras, os valores encontrados por Sogvar, Saba e Emamifar (15) foram maiores.

Tabela 4 – Contagem de bolores e leveduras à 0°C (UFC.g⁻¹)

Tratamentos	Tempo (dias)				
	0	7	14	21	28
C	1,00E+02	9,00E+02	5,00E+02	3,00E+03	9,83E+05
A	1,00E+02	4,00E+02	3,00E+02	4,27E+03	7,40E+03
F	1,00E+02	7,00E+02	1,20E+03	2,70E+03	2,57E+05
AF	1,00E+02	4,00E+02	2,00E+02	1,00E+02	1,50E+03

Tabela 5 – Contagem de bolores e leveduras à 8°C (UFC.g⁻¹)

Tratamentos	Tempo (dias)				
	0	7	14	21	28
C	3,20E+03	6,63E+05	2,04E+06 (*)	1,73E+06	1,99E+06
A	1,00E+02	1,36E+06	2,11E+06	1,05E+06	2,47E+06
F	1,00E+02	1,66E+05	2,09E+06 (*)	7,43E+05	3,13E+05
AF	1,00E+02	8,77E+04	2,22E+06(*)	2,47E+06	1,40E+06

(*) UFC.cm⁻²

Os resultados encontrados para a contagem de microrganismos com o revestimento de gel de *Aloe vera* a 8°C apresentou tendência oposta à literatura. Castillo et al. (35) estudou a eficácia in vitro do gel de *Aloe vera* contra dois fungos decompositores de frutas e mostraram que o diâmetro micelial era menor em placas contendo gel de *Aloe vera* em diferentes concentrações. As folhas de *Aloe vera* utilizadas pelo presente estudo foram congeladas por um longo período antes da produção do revestimento. Queiroga et al. (36) relata que o gel da folha se contamina e se decompõe com facilidade em poucos dias, o que pode ter influenciado nos resultados.

Não foram encontrados relatos na literatura sobre o uso de revestimento comestível à base de goma de feno-grego aplicado em maçã minimamente processada.

Desta forma, esta é a primeira vez que um revestimento inovador e com potencial de aplicação comercial em alimentos minimamente processados é relatado com base em feno-grego.

CONCLUSÕES

Os alimentos minimamente processados sofrem alteração no seu metabolismo e nas suas características físico-químicas e sensoriais devido à ação do corte. A vida de prateleira desses alimentos é reduzida e é influenciada por fatores intrínsecos, extrínsecos e pela variedade da fruta. Com o desenvolvimento de novas tecnologias inovadoras, o uso de revestimentos comestíveis e da refrigeração possibilitaram a maior conservação e preservação das características sensoriais e de qualidade dos produtos minimamente processados.

Os revestimentos aplicados neste estudo apresentaram efeito benéfico na retenção de qualidade das maçãs cv. Fuji minimamente processadas, reduzindo o crescimento de microrganismos e mantendo o pH do alimento estável. Destaca-se o revestimento inovador de goma de feno-grego, que demonstrou potencial na sua aplicação para conservação de maçãs minimamente processadas. A temperatura de armazenamento também demonstrou alterar a qualidade e segurança do alimento, sendo crucial seu monitoramento.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) e financiado em parte pelo Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS

1. Putnik, P.; Kovačević, D. B. Fresh-cut apples spoilage and predictive microbial growth under modified atmosphere packaging. *Food safety and protection*. CRC Press. 2017; 29-46.
2. Graça, A.; Santo, D.; Esteves, E.; Nunes, C.; Abadias, M.; Quintas, C. Evaluation of microbial quality and yeast diversity in fresh-cut apple. *Food microbiology*. 2015; 51:179-185.
3. Baldwin, E. A.; Nisperos-Carriedo, M. O.; Baker, R. A. Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*. 1995; 35:509-524.
4. Brecht, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*. 1995; 30:18-22.
5. Barry-Ryan, C.; Pacussi, J. M.; O'beirne, D. Quality of shredded carrots as affected by packaging film and storage temperature. *Journal of Food Science*. 2000; 65:726-730.
6. Dos Santos, S. P.; Angioletti, B. L.; Hoffmann, T. G.; Gonçalves, M. J.; Bertoli, S. L.; Hlebová, M.; De Souza, C. K. Whey based biopolymeric coating as an alternative to improve quality of fresh fruits (*malpighia emarginata* dc) from southern brazil. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*. 2021; e5433-e5433.

7. Finardi, S.; Hoffmann, T. G.; Angioletti, B. L.; Mueller, E.; Lazzaris, R. S.; Bertoli, S. L.; de Souza, C. K. Development and application of antioxidant coating on fragaria spp. stored under isothermal conditions. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*. 2021; e5432-e5432.
8. Nicolau-Lapena, I.; Colas-Meda, P.; Alegre, I.; Aguilo-Aguayo, I.; Muranyi, P.; Vinas, I. Aloe vera gel: An update on its use as a functional edible coating to preserve fruits and vegetables. *Progress in Organic Coatings*. 2020; 106007.
9. Angioletti, B. L.; dos Santos, S. P.; Hoffmann, T. G.; Jefferson, G. M.; de Carvalho, L. F.; Bertoli, S. L.; de Souza, C. K. Aloe Vera Gel As Natural Additive to Improve Oxidative Stability in Refrigerated Beef Burger Stored in Aerobic and Vacuum Packaging. *Virtual AIChE Annual Meeting (AIChE)*. 2020.
10. Youssef, N. H.; Sabra, M. A. Antibacterial Effects of Fenugreek, Wheat and Hot Red Pepper Seeds and Their Germs Extract on Inhibiting *Staphylococcus aureus* and *Enterobacter cloacae* Growth. *Journal of Advances in Microbiology*. 2021; 1-16.
11. Athmaselvi, K. A.; Sumitha, P.; Revathy, B. Development of Aloe vera based edible coating for tomato. *International Agrophysics*. 2013; 27:4.
12. Hazrati, S.; Kashkooli, A.B.; Habibzadeh, F.; Tahmasebi-Sarvestani, Z.; Sadeghi, A.R. Evaluation of Aloe vera gel as an alternative edible coating for peach fruits during cold storage period. *Gesunde Pflanzen*. 2017; 69:131-137.
13. Guillén, F.; Díaz-Mula, H.M.; Zapata, P.J.; Valero, D.; Serrano, M.; Castillo, S.; Martínez-Romero, D. Aloe arborescens and Aloe vera gels as coatings in delaying postharvest ripening in peach and plum fruit. *Postharvest biology and technology*. 2013; 83:54-57.
14. Benítez, S.; Achaerandio, I.; Sepulcre, F.; Pujolà, M. Aloe vera based edible coatings improve the quality of minimally processed ‘Hayward’ kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*. 2013; 81:29-36.
15. Sogvar, O.B; Saba, M.K.; Emamifar, A. Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 2016; 114:29-35.
16. Martínez-Romero, D.; Albuquerque, N.; Valverde, J. M.; Guillén, F.; Castillo, S.; Valero, D.; Serrano, M. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: a new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*. 2006; 39:93-100.
17. Farina, V.; Passafiume, R.; Tinebra, I.; Scuderi, D.; Saletta, F.; Gugliuzza, G.; Sortino, G. Postharvest application of aloe vera gel-based edible coating to improve the quality and storage stability of fresh-cut papaya. *Journal of Food Quality*. 2020.
18. Farina, V.; Passafiume, R.; Tinebra, I.; Palazzolo, E.; Sortino, G. Use of aloe vera gel-based edible coating with natural anti-browning and anti-oxidant additives to improve post-harvest quality of fresh-cut “Fuji” apple. *Agronomy*. 2020; 10:515.
19. FAO (Food and Agriculture Organization) [Internet]. FAOSTAT; 2019 [acesso em 29 de Out 2021]. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>.
20. Putnik, P.; Kovačević, D. B.; Herceg, K.; Levaj, B. Influence of respiration on predictive microbial growth of Aerobic mesophilic bacteria and Enterobacteriaceae in fresh-cut apples packaged under modified atmosphere. *Journal of Food Safety*. 2016; 37:12284.

21. Beuchat, L. R. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *Journal of food protection*. 1996; 59:204-216.
22. Burnett, S. L.; Beuchat, L. R. Human pathogens associated with raw produce and unpasteurized juices, and difficulties in decontamination. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 2000; 25:281-287.
23. Hui, Y. H. *Handbook of food science, technology, and engineering*. CRC press; 2006.
24. Shukla, A. K.; Yadav, A.; Vishwakarma, R. K.; Mishra, S. K. Applications, isolation and characterization of fenugreek seed gum as pharmaceutical excipient. *Journal of Medical Pharmaceutical and Allied Sciences*. 2020; 9:920.
25. Gowthamarajan, K.; Kulkarni, G. T.; Muthukumar, A.; Mahadevan, N.; Samantha, M. K.; Suresh, B. Evaluation of fenugreek mucilage as gelling agent. *Int J Pharma Excip*. 2002; 3:16-9.
26. Memiş, S.; Tornuk, F.; Bozkurt, F.; Durak, M. Z. Production and characterization of a new biodegradable fenugreek seed gum based active nanocomposite film reinforced with nanoclays. *International journal of biological macromolecules*. 2017; 103:669-675.
27. Zenebon, O.; Pascuet, N. S. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. In: *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2005.
28. Da Silva, N.; Junqueira, V.C.A.; De Arruda Silveira, N.F.; Taniwaki, M.H.; Dos Santos, R.F.S.; Gomes, R.A.R.; Okazaki, M.M. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água*. 5° ed. Santa Maria: Editora Blucher; 2017.
29. Islam, M.; Khan, M. Z. H.; Sarkar, M. A. R.; Absar, N.; Sarkar, S. K. Changes in acidity, TSS, and sugar content at different storage periods of the postharvest mango (*Mangifera indica* L.) influenced by Bavistin DF. *International journal of food science*, 2013.
30. Francis, G. A.; Gallone, A.; Nychas, G. J.; Sofos, J. N.; Colelli, G.; Amodio, M. L.; Spano, G. Factors Affecting Quality and Safety of Fresh-Cut Produce. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*. 2012; 52:595-610.
31. Hoffmann, T. G.; Ronzoni, A. F.; da Silva, D. L.; Bertoli, S. L.; de Souza, C. K. Impact of household refrigeration parameters on postharvest quality of fresh food produce. *Journal of Food Engineering*. 2021; 306:110641.
32. Soares, J.M.; Fonseca, G.G. Effect of L-ascorbic acid and sodium metabisulfite in the inhibition of the enzymatic browning of minimally processed apple. *Int. J. Agric. Res*. 2008; 3:196–201.
33. Rocha, A. M. C. N.; Morais, A. M. M. B. Shelf life of minimally processed apple (cv. Jonagored) determined by colour changes. *Food control*. 2003; 14:13-20.
34. Franco, B. D. G. M.; Landgraf, M. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Editora Atheneu; 2005.
35. Castillo, S.; Navarro, D.; Zapata, P. J.; Guillén, F.; Valero, D.; Serrano, M.; Martínez-Romero, D. Antifungal efficacy of Aloe vera in vitro and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality. *Postharvest Biology and technology*. 2010; 57:183-188.
36. Queiroga, V. D. P.; Girão, E.; Firmino, P.; De Albuquerque, E. M. B. Aloe vera (Babosa): tecnologias de plantio em escala comercial para o semiárido e utilização. *Embrapa Agroindústria Tropical-Livro técnico*; 2019



**PESQUISA E
DESENVOLVIMENTO EM
ALIMENTOS**

Capítulo 29

doi.org/10.53934/9786599539664-29

DESENVOLVIMENTO DE BRIGADEIRO COM ADIÇÃO DA BIOMASSA DA BANANA VERDE

Carolini Bravo Trindade Bordulis *; Leila Fagundes Conter ; Giovanna Bandeira Andersson 

**Carolini Bravo Trindade Bordulis (Corresponding author) – Email: carolinitrindade@hotmail.com*

Resumo: Os alimentos com características funcionais apresentam diversas propriedades benéficas a saúde. A banana verde é considerada um desses alimentos, pois possui o amido resistente, que é fermentado no intestino grosso pela microbiota bacteriana, contribuindo para aumentar o volume fecal e reduzir o risco de câncer de cólon. O objetivo do estudo foi desenvolver um brigadeiro com biomassa da banana verde, testar aceitabilidade e avaliar sua composição centesimal. Foram elaboradas duas formulações de brigadeiros: uma tradicional e outra com adição de biomassa e avaliada a composição centesimal dos mesmos. Realizou-se análise sensorial do brigadeiro com biomassa, avaliando os atributos cor, aparência, odor, sabor e textura. Para a avaliação foi utilizado o teste de aceitação com escala hedônica de cinco pontos, sendo que 1 significava desgostei muito e 5 significava gostei muito. Na análise sensorial, os atributos cor e aparência apresentaram índice de aceitabilidade (IA) de respectivamente 88% e 83%, enquanto que odor, sabor e textura, apresentaram IA de 78%, 77% e 81%, respectivamente. O brigadeiro com adição da biomassa de banana verde apresentou maiores teores de carboidratos, proteína e menor teor de gordura em relação ao brigadeiro tradicional. O brigadeiro com biomassa da banana verde apresentou índice de aceitabilidade de no mínimo 70% em todos os atributos avaliados, sendo aceito pelos julgadores em termos de suas características sensoriais. Portanto, a biomassa da banana verde pode ser aproveitada como ingrediente na elaboração de brigadeiro, enriquecendo a qualidade nutricional do produto.

Palavras-chave: análise sensorial; banana verde; biomassa

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a aplicação de alimentos característicos no bem-estar geral ganhou maior relevância entre os consumidores. Esses insumos alimentícios são comumente chamados de alimentos funcionais ou alimentos fortificados. Isso contribuiu para o interesse das indústrias em comercializarem estes produtos com vantagens gerais ou específicas para a saúde (1).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, a alegação de alimento com propriedade funcional 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” (2).

Os alimentos funcionais podem ser produzidos com base em qualquer elemento alimentício mediante alteração tecnológica, modificando ou substituindo um ou mais ingredientes e/ou ampliando a biodisponibilidade, como por exemplo: *snacks* fortificados, cereais enriquecidos, barras energéticas e bebidas (3).

A ingestão de frutas e produtos à base de frutas é conhecido não só por proporcionar boa saúde e pelo restabelecimento da função imunológica, mas também por reduzir o risco de algumas doenças crônicas, tais como cardíacas, acidente vascular cerebral, distúrbios gastrointestinais, alguns tipos de câncer, hipertensão, degeneração muscular associada à idade, doença nos olhos como a catarata, doenças de pele e diminuição do colesterol de lipoproteína de baixa densidade (LDL) (4).

A banana é uma das principais frutas tropicais mais cultivadas no mundo. Porém quase um terço das bananas colhidas são perdidas, devido ao hábito da população em consumir principalmente bananas maduras. Ainda conforme Falcomer et al. (2019), as bananas verdes são consideradas boa fonte de fibras, vitaminas (Vit C, B6, provitamina A), minerais (potássio, fósforo, magnésio, zinco), compostos bioativos, tais como compostos fenólicos e amido resistente, potencialmente colaborando para benefícios à saúde, sendo classificada, desta forma, como alimento funcional (5).

A banana verde é popular por sua quantidade de fibra alimentar, como também pela concentração sólida de amido resistente à amilase que não é digerido ou absorvido pelo intestino, intensificando a fabricação de ácidos graxos de cadeia curta e sendo adequado para o tratamento da constipação. Desta forma, o amido resistente obteve interesse pelo fato de possuir efeitos benéficos para o cólon humano e inferências para a saúde (6).

A biomassa da banana verde representa a banana verde cozida e processada. Não possui odor, é insípido e age como ótimo espessante. Além disso, possui também a capacidade de ampliar o volume e as características nutricionais dos produtos aos quais é aplicada (7).

O estudo de Auriema et al. (8), mostrou que a biomassa da banana possui potencial de aplicação como elemento funcional, rico em fibra alimentar, amido resistente, minerais e ácido ascórbico. Este estudo também relatou que a biomassa apresentou atividade antimicrobiana, antioxidante e pode colaborar para a capacidade de acúmulo de água e estabilidade da emulsão, propriedades requeridas em produtos cárneos emulsionados.

Desta maneira, a banana verde é uma escolha interessante como alimento, principalmente para pacientes diabéticos, nefro diabéticos e obesos. A conduta de resistência à ingestão da banana verde no intestino delgado possibilita que a biomassa amilácea haja de maneira semelhante às fibras alimentares não amiláceas e, portanto, são utilizadas principalmente pela microbiota do intestino grosso (9).

O “Brigadeiro” é um doce específico e comum feito de chocolate, é brasileiro, com insumos como leite condensado e cacau em pó. Foi definido como escolha para este trabalho devido ao seu grande percentual de aceitação entre crianças e adultos. Todavia, contém alta quantidade de açúcar simples, sendo este considerado não saudável quando ingerido em grandes quantidades (7).

Neste contexto, o objetivo do estudo foi desenvolver um doce tipo brigadeiro com a adição da biomassa da banana verde, analisar sua composição centesimal e avaliar a aceitabilidade do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Elaboração do brigadeiro com e sem a adição da biomassa da banana verde

Foram elaboradas duas formulações de doce brigadeiro, uma tradicional (controle) e o outra com adição da biomassa da banana verde, com substituições de alguns ingredientes da formulação controle. Todos os ingredientes para a elaboração de ambos os brigadeiros foram obtidos no comércio local da Cidade de Rio Grande, Rio Grande do Sul. Os ingredientes para preparação dos brigadeiros com e sem a biomassa estão descritos na Tabela 1. Para o preparo da biomassa, primeiramente a banana verde foi cozida por aproximadamente 10 minutos, seguida de resfriamento, descascamento e trituração para a obtenção da polpa. O leite condensado diet caseiro foi elaborado com leite em pó desnatado, água fervente, manteiga e adoçante do tipo Stévia. Após foram incorporados os demais ingredientes (Chocolate diet, cacau em pó e açúcar mascavo). Para o preparo do brigadeiro tradicional (sem a adição da biomassa) foram utilizados como ingredientes o leite condensado, margarina e achocolatado em pó.

Tabela 1. Ingredientes utilizados para as preparações dos brigadeiros.

Ingredientes utilizados para preparação do brigadeiro com adição da biomassa da banana verde

Ingredientes	Quantidade (g/ml)
Ingredientes utilizados para preparação da biomassa da banana verde	
<i>Banana</i>	320
<i>Água</i>	1000
Ingredientes utilizados para preparação do leite condensado diet	
<i>Leite em pó desnatado</i>	300
<i>Água fervente</i>	270
<i>Manteiga</i>	18,5
<i>Adoçante Stévia</i>	<i>Qte não significativa</i>
Outros ingredientes utilizados	
<i>Chocolate diet</i>	100
<i>Cacau em pó</i>	120
<i>Açúcar mascavo</i>	5,0

Ingredientes utilizados para preparação do brigadeiro sem adição da biomassa da banana verde

Ingredientes	Quantidade (g/ml)
<i>Leite condensado</i>	395
<i>Margarina</i>	12
<i>Achocolatado em pó</i>	42

Análise da composição centesimal

A análise de composição centesimal dos brigadeiros (com e sem adição da biomassa da banana verde) foi realizada no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), em triplicata, sendo avaliados os teores de gordura, proteína, umidade, cinzas e carboidratos, segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (10). A determinação do teor de proteína foi realizada pelo método de micro – kjeldahl, com fator de conversão do nitrogênio de 6,25. A determinação de extrato etéreo ou lipídeos totais foi realizada pelo método de Soxhlet, utilizando como solvente o éter de petróleo. O teor de carboidrato foi obtido através do cálculo da diferença entre 100 e a soma das porcentagens de umidade, proteínas, extrato etéreo e resíduo mineral.

Análise sensorial

A análise sensorial da formulação do brigadeiro com adição da biomassa da banana verde foi realizada no Laboratório de Alimentação Coletiva da Faculdade de Nutrição da UFPel, da qual participaram voluntariamente 69 julgadores não treinados de ambos os sexos, escolhidos aleatoriamente, entre professores, alunos e funcionários. A amostra pesou 10 g e foi apresentada em recipiente descartável, juntamente com papel toalha, água potável, ficha de avaliação e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Figura 1).

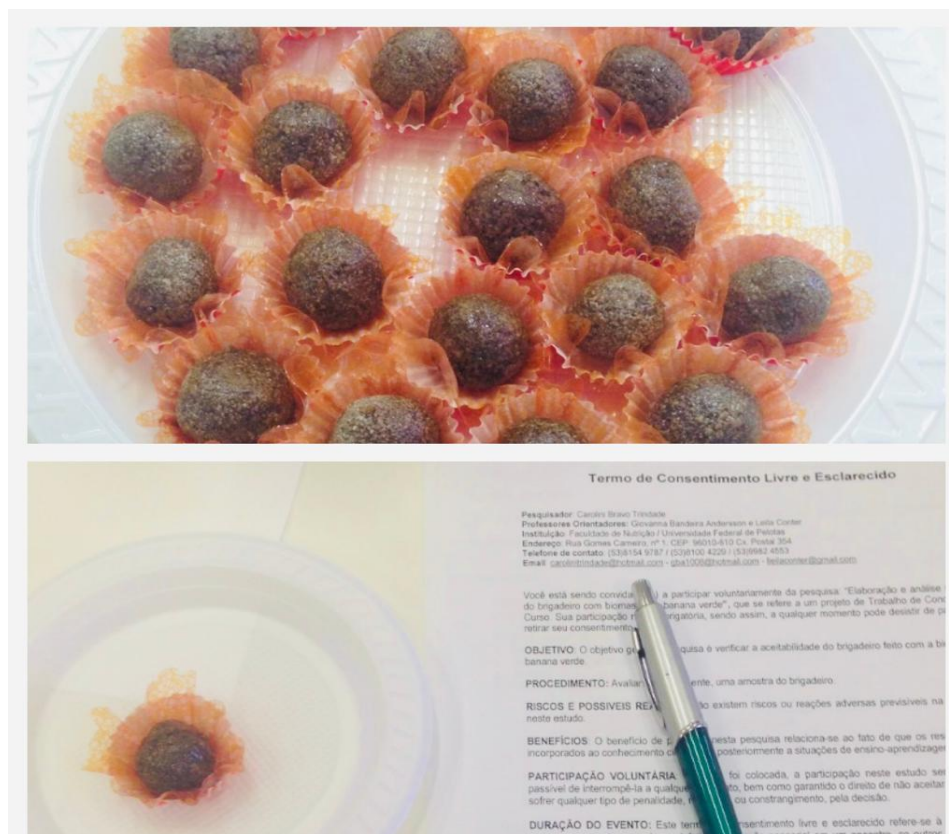


Figura 1. Análise sensorial, Laboratório de Alimentação Coletiva.

Para a avaliação foi aplicado o teste de aceitação por meio da escala hedônica estruturada de cinco pontos, com os seguintes escores: (1) Desgostei muito, (2) Desgostei, (3) Nem gostei nem desgostei, (4) Gostei e (5) Gostei muito. Os atributos avaliados foram cor, aparência, odor, sabor e textura, para verificar a aceitabilidade do produto.

Com os valores das médias das notas obtidas por meio da análise sensorial, foi calculado o Índice de Aceitabilidade (IA) do brigadeiro para os atributos avaliados. O cálculo do IA foi realizado a partir da Equação o: $IA (\%) = A \times 100/B$, onde A representa a nota média obtida para o produto e B é a nota máxima dada ao produto. Para que o produto seja aceito quanto às características sensoriais, é necessário que o seu índice de aceitabilidade seja igual ou superior a 70% (11).

Aprovação do Comitê de Ética

O estudo faz parte do projeto intitulado “Análise Sensorial e Nutricional de Preparações Culinárias Com Aproveitamento Integral de Alimentos”, aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas - UFPel, sob o número 379.878.

Análise dos resultados

Os dados foram analisados através de estatística simples (média, desvio padrão e porcentagem), tabulados no *Microsoft Office Excel 2007* e avaliados para analisar a composição centesimal e aceitabilidade do produto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O brigadeiro com adição da biomassa da banana verde em sua composição centesimal apresentou maiores teores de carboidrato (37,13%) e proteína (9,85%) e redução em 2,14 vezes no teor de gordura (1,29%) em relação a formulação tradicional (Tabela 2). Alencar et al. (12), na análise da composição centesimal do brigadeiro com biomassa da banana verde encontraram maiores valores de carboidratos, seguido de proteínas e lipídios. Apesar da análise da composição centesimal tenha sido feita por método diferente do presente trabalho, utilizando tabela de composição química, os dados corroboram os valores encontrados no presente estudo. Cabral et al. (13), em seu estudo desenvolveram brigadeiro com biomassa da banana e farinha de bagaço de uva, no qual destacaram a sua relevância por ser uma alternativa mais saudável, visto ser um produto com características funcionais. No estudo de Cabral et al. (13), foi observado menores níveis de cinzas ($2,28 \pm 0,02$ g/100g), lipídios ($0,3 \pm 0,05$ g/100g), proteínas ($4,38 \pm 0,03$ g/100g), carboidratos ($34,88 \pm 0,09$ g/100g), comparado ao presente estudo.

Tabela 2. Média da composição centesimal e valor calórico total do brigadeiro tradicional e do com adição de biomassa da banana verde.

%	Brigadeiro tradicional (10g)	Brigadeiro com adição da biomassa (10g)
Umidade	81,43 ± 0,28	48,85 ± 0,83
Cinzas	2,08 ± 0,01	2,88 ± 0,01
Gordura	2,76 ± 0,04	1,29 ± 0,16
Proteína	7,37 ± 0,17	9,85 ± 0,24
Carboidrato	6,54 ± 0,69	37,13 ± 1,05
VET (kcal/100g)	80,48	199,53

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Participaram da análise sensorial julgadores não treinados, sendo 89,86% do sexo feminino (n=62), 62,32% na faixa etária de 18 a 25 anos (n=43) e quanto à ocupação 75,36% responderam serem estudantes (n=52). Na análise sensorial, o atributo de maior aceitação foi a cor, onde 91,3% (n=63) dos julgadores gostaram independente da intensidade. Para os atributos aparência e textura 40,6% (n=28) e 44,9% (n=31), responderam “gostei”, respectivamente. Em relação ao atributo sabor, 8,7% (n=6) responderam desgostar do produto. Quanto ao atributo odor, 39,1% (n=27), ficaram indiferentes, respondendo “nem gostei, nem desgostei” (Figura 2).

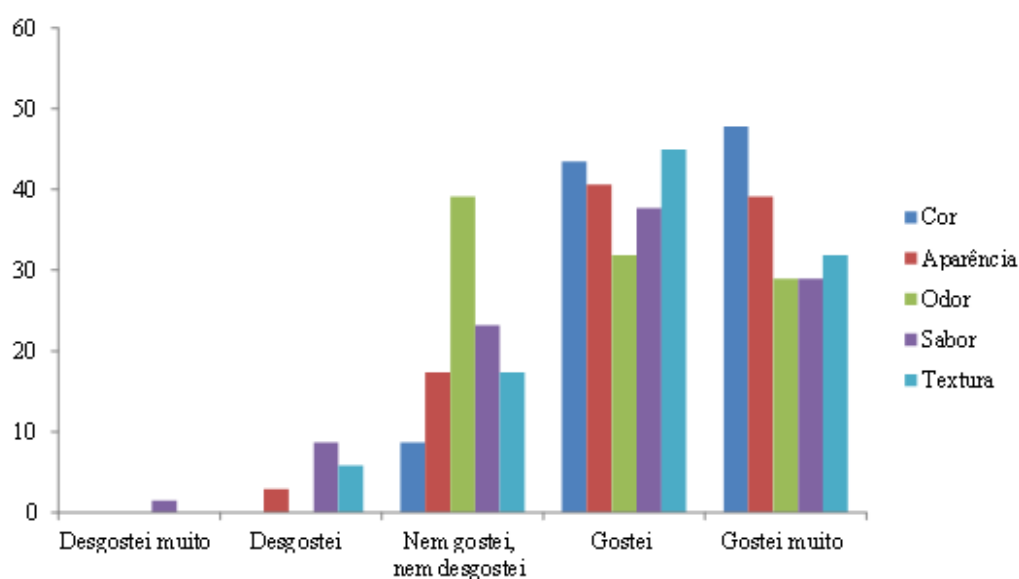


Figura 2. Frequência das notas para os atributos de cor, aparência, odor, sabor e textura do brigadeiro com biomassa da banana verde.

Os atributos cor, aparência e textura foram os que obtiveram melhores notas segundo os julgadores, cujos IA foram 88%, 83% e 81%, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de notas dos julgadores e Índice de Aceitabilidade (IA) para os atributos de cor, aparência, odor, sabor e textura na análise sensorial do brigadeiro com biomassa da banana verde.

Atributo	Média ± desvio padrão	IA (%)
Cor	4,39 ± 0,65	88
Aparência	4,16 ± 0,81	83
Odor	3,89 ± 0,83	78
Sabor	3,84 ± 0,99	77
Textura	4,03 ± 0,86	81

Quanto ao consumo de produtos com biomassa da banana verde, apenas 13,04% (n=9) dos julgadores afirmaram já ter consumido. Com relação à intenção de compra do produto, 36,23% (n=25) dos julgadores responderam que provavelmente comprariam, enquanto 8,7% (n=6) provavelmente não compraria e somente 2,9% (n=2) certamente não comprariam (Figura 3).

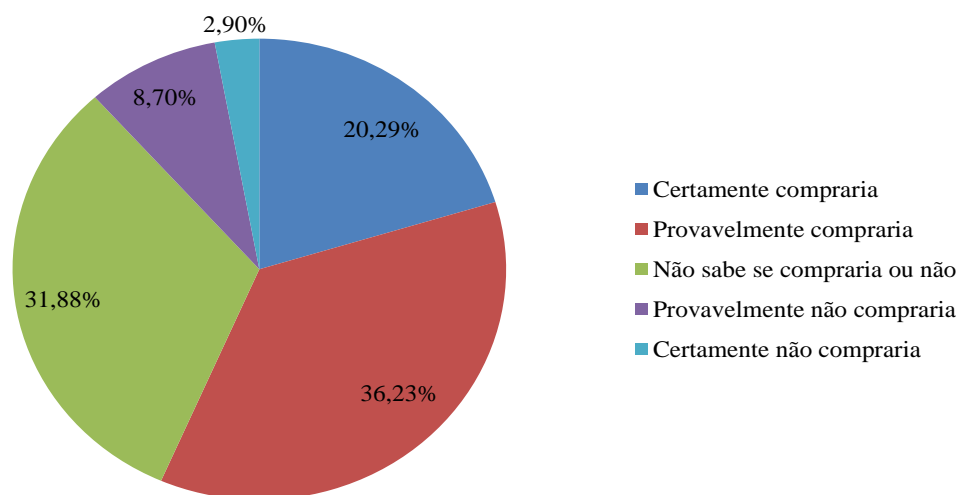


Figura 3. Intenção de compra do produto brigadeiro com biomassa da banana verde

É possível observar que todos os atributos sensoriais da amostra receberam maior percentual de respostas nas pontuações de “Gostei” e “Gostei muito”, embora o percentual dos que ficaram indiferentes tenha sido consideravelmente significativo no atributo “sabor”. O sabor foi o atributo que apresentou maior percentual de julgadores que não gostaram e/ou ficaram indiferentes, possivelmente pelo fato de se tratar de um produto de inovação. O brigadeiro feito com a biomassa apresentou um sabor mais amargo, conforme observações feitas por alguns julgadores na ficha de análise sensorial, o que se atribui, possivelmente, a ingredientes como o cacau em pó usado para confecção do brigadeiro ou o açúcar mascavo, usado para confeitaria, podendo ter contribuído na indiferença dos julgadores. A adição da biomassa da banana verde, não conferiu sabor característico ao produto.

A nota média em relação ao atributo textura foi 4,03, já os atributos cor, aparência, odor e sabor obtiveram médias de 4,39; 4,16 e 3,89, respectivamente. Moura (14), na análise sensorial do brigadeiro com biomassa da banana verde no teste de aceitação utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos, avaliando os atributos de cor, odor, textura e sabor, obteve médias de 7,24; 7,03; 6,1 e 6,1, respectivamente. Considerando as diferenças nos pontos de avaliação, pode-se verificar que o resultado obtido pelo autor em relação ao atributo textura diferencia do presente estudo, tendo obtido menor aceitação em relação ao brigadeiro com adição da biomassa da banana verde desenvolvido.

De acordo com Gularte (11), para que um produto seja considerado como aceito, em termos de propriedades sensoriais, é necessário que o mesmo obtenha índice de aceitabilidade de no mínimo 70%, o que demonstra que o brigadeiro com adição da biomassa da banana verde foi aceito pelos julgadores, já que todos os atributos avaliados obtiveram valores acima de 70 % para o IA. Segundo Alencar et al. (12), a análise sensorial é um modo de verificar a viabilidade e aceitabilidade de produtos, podendo assim ajudar nas indústrias com o desenvolvimento e melhoramento de vários produtos.

CONCLUSÕES

O brigadeiro desenvolvido com biomassa da banana verde apresentou Índice de Aceitabilidade de no mínimo 70% em todos os atributos sensoriais avaliados. Quanto a composição centesimal, a adição da biomassa da banana verde na formulação do brigadeiro resultou no aumento dos teores de carboidrato e proteína e redução no teor de gordura em relação ao brigadeiro convencional. Portanto, confirma-se que a biomassa da banana verde tem potencial para ser incluída na alimentação, podendo ser utilizada no enriquecimento de produtos como o doce tipo brigadeiro, melhorando assim suas qualidades nutricionais.

REFERÊNCIAS

1. Aditya NP, Espinosa, YG, Norton IT. Encapsulation systems for the delivery of hydrophilic nutraceuticals: Food application. In *Biotechnology Advances*. 2017; v. 35 Issue 4: 450–457.
2. Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução. RDC n. 18, 30 de abril de 1999. Dispõe sobre o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 03 maio 1999.
3. Grochowicz J, Fabisiak A, Ekielski A. Importance of physical and functional properties of foods targeted to seniors. *Journal of Future Foods*. 2021; 1(2): 146–155.
4. Sidhu JS, Zafar TA. Bioactive compounds in banana fruits and their health benefits. In *Food Quality and Safety*. 2018; v. 2, Issue 4: 183–188.
5. Falcomer AL, Riquette RFR, de Lima BR, Ginani VC, Zandonadi RP. Health benefits of green banana consumption: A systematic review. In *Nutrients*. 2019; v. 11: Issue 6.
6. Cassettari VMG, Machado NC, Lourenção PLT. de A, Carvalho MA, Ortolan EVP. Combinations of laxatives and green banana biomass on the treatment of functional constipation in children and adolescents: a randomized study. *Jornal de Pediatria*. 2019; 95(1): 27–33.
7. Marques PAR, de Oliveira DS, Aguiar-Oliveira E, Maldonado RR. Development and Sensorial Analysis of Food Products Using Green Banana Biomass. *Journal of Culinary Science and Technology*. 2017; 15(1): 64–74.
8. Auriema BE, Braz Corrêa FJ, Guimarães J de T, Soares PT. dos S, Rosenthal A, Zonta, E, et al. Green banana biomass: Physicochemical and functional properties and its potential as a fat replacer in a chicken mortadella. *LWT*. 2021: 140.
9. Das M, Rajan N, Biswas P, Banerjee R. A novel approach for resistant starch production from green banana flour using amylopullulanase. *LWT*. 2022: 153.

10. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 1985 3. ed. v. 1, São Paulo: IMESP, 1985. 533 p.
11. Gularte MA. Manual de Análise Sensorial de Alimentos. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2009.
12. Alencar LO, Santos EDS, Fernandes ACCFR. Desenvolvimento, aceitabilidade e valor nutricional de brigadeiro com biomassa de banana verde. R. Interd. 2014; v. 7, n. 4: 91-98.
13. Cabral CB, Quadros CP, Silva C. de S. Sweet type brigadeiro made with banana biomass and flour grape residue from the wine production of the region of the submédio São Francisco. Brazilian Journal of Development. 2020; v. 6(6): 40654–40664.
14. Moura RL, Freitas RM, Santos JMS, Régis AA. Utilização de banana verde como ingrediente na formulação de brigadeiro [Internet]. 2012 [acesso em 2016 Jan 15]. Disponível em: <https://prop.ipto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/2230/2880>

Capítulo 30

doi.org/10.53934/9786599539664-30

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE MORTADELA DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA COM SABOR DE CAMARÃO

Raimundo Bernadino Filho *; **Marcela Nobre Oliveira **; **Marilene da Silva Lima **; **Ubieli Alves Araújo Vasconcelos **; **Gabriela Bezerra Mendonça **
Silvana Nazareth de Oliveira 

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: raimundobfh@gmail.com*

RESUMO: As indústrias de processamento de peixes geram grandes quantidades de resíduos, que quando não aproveitados ou descartados de forma adequada, representam um potencial perigo para o meio ambiente. A utilização dos resíduos da filetagem de peixes para obtenção de Carne Mecanicamente Separada (CMS) pode ser uma alternativa de matéria-prima na elaboração de alimentos. Objetivou-se nesta pesquisa desenvolver e avaliar os aspectos tecnológicos de qualidades físico-químicas, instrumentais e valor energético de uma mortadela elaborada com CMS de tilápia do Nilo com sabor de camarão. Foram desenvolvidas três formulações com concentrações variadas de extrato aromático. Na formulação M₁ foi adicionado 0,5%, na formulação M₂ 0,75% e na formulação M₃ 1% de extrato aromático. Nas características físico-químicas determinou-se a umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos, amido e cálcio. Nas análises instrumentais avaliou-se a cor, Aw, pH e a força de cisalhamento. Todas formulações dos emulsionados apresentaram características físico-químicas dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente no Brasil. Como esperado, devido a variação nas concentrações de extrato aromático, houve diferenças significativas para os parâmetros luminosidade (L*), cor vermelha (a*) e cor amarela (b*) entre todas as formulações, já em relação a força de cisalhamento não houve diferença significativa entre as formulações. As formulações desenvolvidas apresentaram características tecnológicas satisfatórias e dentro dos padrões estabelecidos na legislação brasileiras, desta forma, podem ser uma alternativa para agregar valor aos resíduos do processamento da filetagem de tilápia, podendo ser empregados na elaboração de mortadela, com características mais saudáveis e nutritivas.

Palavras-chave: Crustáceo; Emulsão; Pescado; Produto cárneo

INTRODUÇÃO

Atualmente a exigência dos consumidores por alimentos mais saudáveis tem motivado a indústria alimentícia a buscar matérias-primas e ingredientes para o desenvolvimento de novos produtos e reformulações dos produtos tradicionais. Esses consumidores buscam alimentos que sejam saborosos, visualmente atrativos e que, ao

mesmo tempo, visem à saúde e o bem-estar. As carnes brancas dos peixes vão de encontro a essa nova realidade, pois são ricas em lipídios e proteínas de elevada digestibilidade e qualidade.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie de peixe que apresenta maiores índices de produção aquícola no Brasil, sendo que os principais produtos comercializados desta espécie são peixes inteiros congelados e, principalmente, os filés que representam a preferência de consumo da carne de tilápia pelo mercado consumidor nacional e internacional (1). Entretanto, apesar dos diversos aspectos positivos relativos ao cultivo da tilápia, uma das características indesejáveis desta espécie é o baixo rendimento de filé que fica em torno de 32% a 35%, gerando assim, grandes quantidades de resíduos nas indústrias pesqueiras, diminuindo a margem de lucro do sistema de produção (2).

Uma forma de aproveitamento dos resíduos sólidos da filetagem de tilápia que vem ganhando espaço no mercado é a obtenção da Carne Mecanicamente Separada (CMS), que pode promover uma valorização e agregação de valor a estes resíduos. A CMS constitui a fração comestível do pescado separada mecanicamente e seu rendimento em carne é superior ao da filetagem. Oferecendo maior vantagem para o produtor e também para o consumidor por ser um produto de alta qualidade nutricional. Esta matéria-prima pode ser utilizada para elaboração de surimi, kamaboko, análogos e embutidos emulsionados, para os quais o mercado está sendo direcionado. (3).

Segundo Moreira et al. (4), os embutidos emulsionados se destacam como os produtos cárneos de maior industrialização e consumo no Brasil, sugerindo que seriam os mais aceitos e os mais acessíveis à população de baixo poder aquisitivo. A elaboração de uma mortadela a partir CMS produzida com resíduos da filetagem da tilápia do Nilo poderá contribuir para evitar desperdícios, agregar valor ao produto e reduzir a poluição ambiental, além de poder facilitar o acesso da população a um alimento com elevado valor nutricional e com características mais saudáveis.

Diante do contexto exposto, nesta pesquisa objetivou-se determinar as características tecnológicas de composição centesimal, instrumental, oxidação lipídica e valor energético de uma mortadela elaborada com carne tilápia do Nilo com sabor de camarão.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da Carne Mecanicamente Separada

A matéria-prima utilizada para obtenção da CMS foram carcaças de tilápia do Nilo da espécie *Oreochromis niloticus*, provenientes do processo de filetagem manual. Foi realizada uma limpeza prévia (Figura 1) retirando-se manualmente as impurezas, cabeça, nadadeiras e cauda, seguida de uma sanitização em água clorada (10 ppm) para posterior obtenção da CMS.

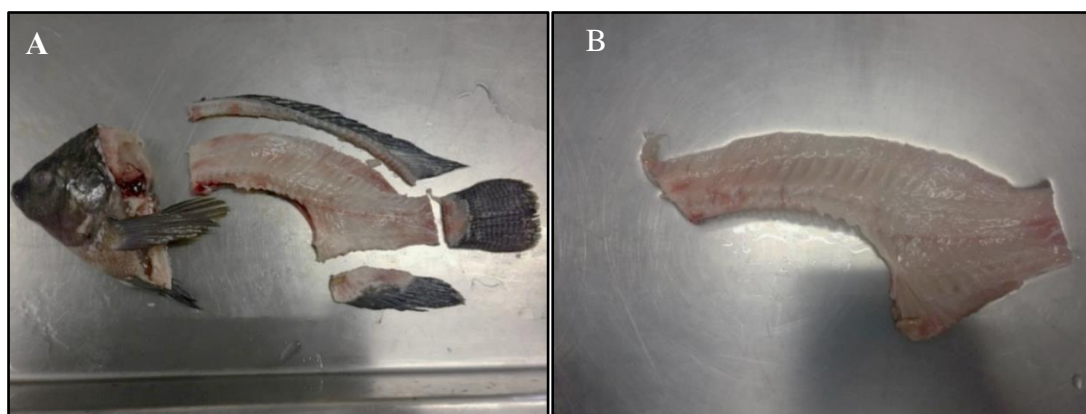


Figura 3 – Processo de limpeza das carcaças de tilápia do Nilo
 A – Retirada da Cabeça, nadadeiras e cauda; B – Carcaça limpa.
 Fonte: O autor (2022)

A separação mecânica da carne das carcaças, devidamente limpas, foi realizada em uma máquina de desossa industrial com rosca sem fim e aberturas de 2 mm. Após a obtenção, a CMS foi embalada em embalagens à vácuo de 1 Kg e congelada em câmara frigorífica à $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para posteriores análises e elaboração das formulações. A Figura 2 ilustra a seqüência explanada da obtenção da CMS.

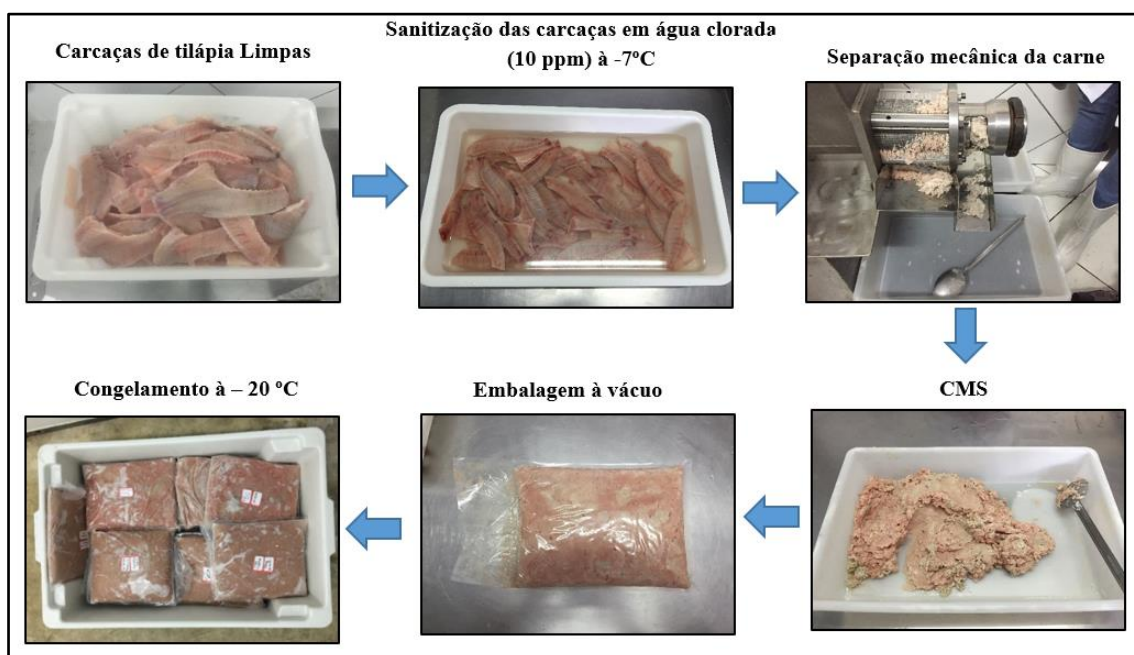


Figura 2 – Fluxograma de obtenção da CMS de tilápia do Nilo
 Fonte: O autor (2022)

Cálculo do Rendimento de Extração da CMS

O cálculo do rendimento de extração da CMS foi realizado em relação ao peso das carcaças limpas e da CMS obtida de acordo com a Equação 1:

$$Rd = (Pf/Pi) \times 100 \quad (1)$$

Onde: Rd (%) = Rendimento

Pf (g) = Peso final da CMS obtida

Pi (g) = Peso inicial das carcaças refrigeradas.

Elaboração das formulações de mortadela

Foram desenvolvidas três formulações com concentrações variadas de extrato aromático sabor camarão. Na emulsão $M_{0,5}$ foi adicionado 0,5% de extrato aromático, na emulsão $M_{0,75}$ 0,75% e na emulsão M_1 1%. Em todas as formulações foram adicionados os ingredientes em concentração fixa, como 1,5% de sal, 0,15% de sal de cura, 0,2% de antioxidante, 0,05% de pimenta branca, 0,05% de alho, cebola e salsa desidratada, 0,5% de condimento para mortadela, 0,07% de corante carmim de cochonilha, 3% de fécula de mandioca, 4% de proteína texturizada de soja (em pó) e 15% de gelo. Os emulsionados foram elaborados baseado na técnica descrita por Moreira et al., (4), obedecendo o Regulamento Técnico de Qualidade e Identidade de Mortadela (5). A Figura 3 ilustra a sequência explanada da obtenção dos embutidos.

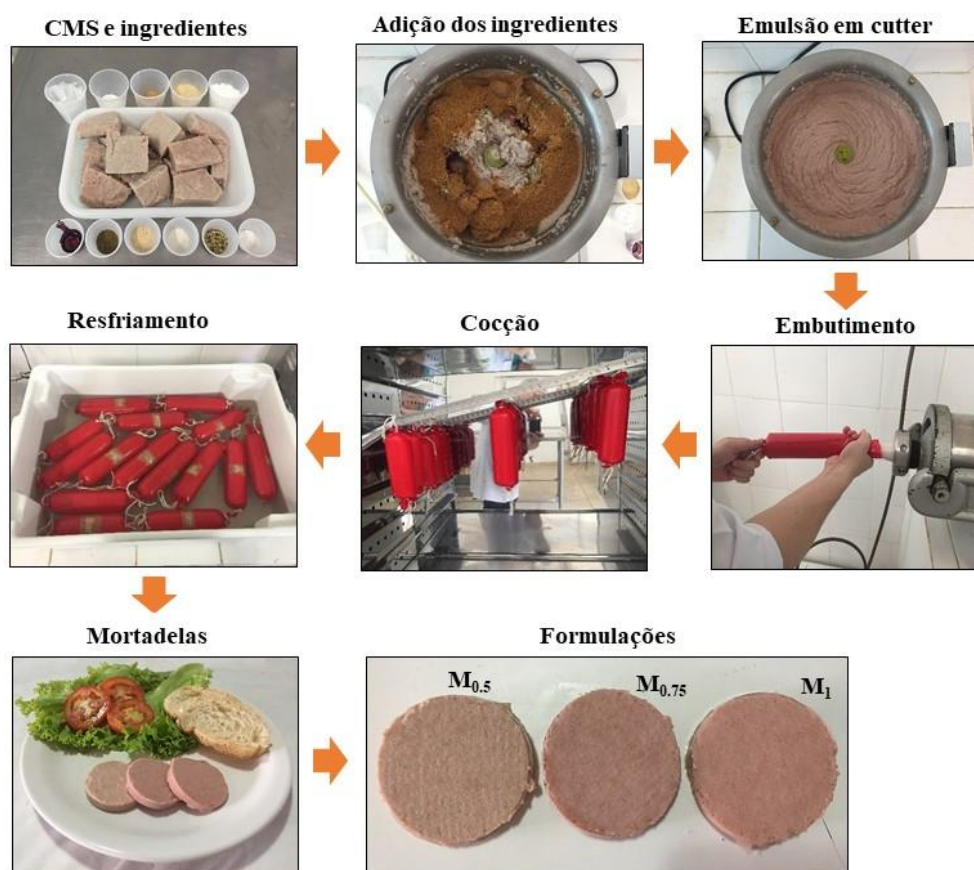


Figura 2 – Fluxograma de obtenção das formulações de mortadelas

Fonte: O autor (2022)

A CMS congelada foi homogeneizada em cutter sendo na sequência realizada a etapa da mistura. Devido às características diferentes que os diversos ingredientes apresentam, existe uma ordem de adição para se produzir um efeito melhor. Os sais foram adicionados primeiramente, seguido dos demais ingredientes, incluindo nestes, o antioxidante e o extrato aromático. Após obter a emulsão cárnea, a massa foi embutida em embutideira

mecânica usando envoltório artificial para dar forma ao produto. O embutido foi amarrado com fio de algodão a cada 20 cm, resultando em peças com cerca de 500 gramas.

As peças dos emulsionados, foram submetidas a cocção em estufa, a qual foi realizada em quatro etapas: a primeira sob temperatura de 65 °C por 30 minutos; a segunda a uma temperatura de 70 °C por 30 minutos; a terceira a uma temperatura de 75 °C por 30 minutos; e a quarta a uma temperatura de 80 °C até atingir uma temperatura interna de 72 °C. Concluído o processo de cocção, as peças foram rapidamente resfriadas em um banho de água e gelo, embaladas a vácuo em sacos de polietileno de baixa densidade e estocadas em câmara frigorífica à temperatura de 6 °C, para posteriores análises.

Composição centesimal

A composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas e lipídeos) das formulações elaboradas foi determinada de acordo com as metodologias propostas pela Association of Official Analytical Chemists (6). O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa a 105°C e o de cinzas em forno mufla a 550°C. O teor de proteína total foi mensurado, por meio do método de Kjeldahl, utilizando-se o fator de 6,25 para conversão de nitrogênio total em proteína total. O conteúdo de lipídeo total foi determinado utilizando-se o do método de extração de Folch, Less e Stanley (7). Os carboidratos foram calculados por diferença de acordo com a Resolução RDC n° 360, de 23 de dezembro de 2003 (8). Também foram determinados os teores de cálcio em base seca e amido de acordo com metodologia do IAL (9). Todas as determinações foram feitas em quatro repetições e o resultado expresso pela média dos valores obtidos.

O valor energético total (VET), em kcal g⁻¹, foi calculado de acordo com a Equação 2 (10):

$$\text{VET} = (\text{Cx}4) + (\text{Px}4) + (\text{Lx}9) \quad (2)$$

Onde: C = carboidratos

P = proteínas

L = lipídios

Oxidação lipídica (TBARS)

A análise de oxidação lipídica dos emulsionados foi determinada pelo método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) de acordo com Vyncke (11).

Análise instrumental e física

Quanto as análises instrumentais de cor, atividade de água e força de cisalhamento, e análise física de pH e rendimento de cozimento, os resultados foram expressos através da média das quatro repetições.

Para a medida da cor foi utilizado o calorímetro da Marca Minolta[®], Modelo CR 400, com iluminante D65 e ângulo de visão de 10 °. Os valores de L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) foram expressos conforme o sistema de cor da Commission Internationale de L'Eclairage (CIELAB) MINOLTA.

A atividade de água (Aw) foi avaliada a 25 °C em determinador de atividade de água (4TE, Aqualab). As medidas de pH foram realizadas sob temperatura ambiente utilizando potenciômetro (modelo pH 21, Hanna[®]), homogeneizando 5 g de amostra com 50 mL de água destilada, de acordo com metodologia proposta pelo IAL (9).

A força de cisalhamento das formulações, foi avaliada com o auxílio do texturômetro TA.HD plus, equipado com lâmina Warner-Bratzler Blade e célula de carga de 5 kg, operando a uma velocidade de 5,0 mm/s e distância de 20 mm, com resolução de 0,001 mm. Os resultados da força mínima necessária para efetuar o corte foram expressos em Kgf. As formulações foram cortadas em pedaços de 2 cm de altura por 2 cm de largura.

O rendimento de cozimento foi calculado de acordo com a Equação 3, proposta por Horita (12).

$$RC = 100 \times P/P' \quad (3)$$

Onde: RC = rendimento de cozimento
P = peso dos embutidos cozidos
P' = peso dos embutidos crus.

Análise estatística

Nos dados gerados das análises físico-químicas, instrumentais e físicas dos embutidos emulsionados, foram calculados as médias e os desvios padrões e realizada a Análise de Variância (ANOVA), posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância pelo programa software ASSISTAT, versão 7.7 (13).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização físico-química e rendimento da matéria-prima

Os resultados das análises físico-químicas, pH e rendimento da CMS de tilápia do Nilo estão exibidos na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização físico-química, microbiológica e rendimento da CMS de tilápia do Nilo

Análises Físico-químicas (%)	CMS
Umidade	75,08 ± 0,02
Cinzas	1,75 ± 0,01

Proteínas	12,46 ± 0,13
Lipídeos	10,63 ± 0,04
pH	6,54 ± 0,11
Rendimento de Extração (%)	76,25

Fonte: O autor (2022)

Em relação aos resultados das análises físico-químicas (Tabela 1), valores similares para o teor de umidade e cinzas foram encontrados por Fogaça et al. (14) ao avaliarem a composição centesimal de CMS de tilápia do Nilo. Quanto ao teor de proteínas, o obtido neste estudo de 12,46% aproxima-se do observado por Costa (15) em CMS de tilápia com 12,5%. Embora não exista legislação para CMS de pescado, o teor de proteína encontrado nesta pesquisa está de acordo com a legislação para CMS de aves, bovinos e suínos (16), que estabelece proteína mínima de 12%.

De acordo com Beirão et al. (17), a composição físico-química da parte comestível de peixes é variável, dependendo da espécie, estado nutricional, sazonalidade, idade, parte do corpo e condições gonadais. A maior quantidade de gordura em CMS deve-se a diferentes formas de fazer a limpeza da carcaça antes da extração, possibilitando em alguns casos, que maior quantidade de gordura fique aderida à carcaça e esta posteriormente é extraída juntamente com a CMS.

O valor de pH encontrado de 6,54 (Tabela 1) para a CMS está dentro dos padrões de qualidades exigidos pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (18), que estipula um limite igual ou inferior de pH 7 em carne de peixe. Segundo Ogawa e Maia (19), à medida que os valores de pH passam de neutros a alcalinos o pescado torna-se impróprio para o consumo.

O rendimento da extração da CMS das carcaças de tilápia foi de 76,25% (Tabela 1). De acordo com Tenuta-Filho e Jesus (20), as dimensões dos orifícios do cilindro da despoldadeira afetam o rendimento e a qualidade da CMS. A utilização de orifícios menores (1 - 2 mm), resulta em bons rendimentos de extração. Além disso, o rendimento da CMS pode ser influenciado pela quantidade de músculos remanescentes nas sobras para a extração, modelo da máquina despoldadeira, modo de operação da máquina e pré-tratamento das sobras antes do processamento.

Composição centesimal dos embutidos emulsionados

Os resultados da composição centesimal, teor de cálcio e valor energético das formulações elaboradas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização físico-química, teor de cálcio e valor energético das mortadelas

Parâmetros (%)	M_{0,5}	M_{0,75}	M₁
Umidade	67,07 ± 0,27 ^a	66,78 ± 0,28 ^{ab}	66,17 ± 0,06 ^b

Cinzas	3,68 ± 0,03 ^a	3,68 ± 0,04 ^a	3,72 ± 0,01 ^a
Proteínas	13,13 ± 0,30 ^a	13,11 ± 0,18 ^a	13,10 ± 0,21 ^a
Lipídeos	14,97 ± 0,17 ^b	15,32 ± 0,18 ^{ab}	15,88 ± 0,13 ^a
Carboidratos Totais	1,15 ± 0,22 ^a	1,11 ± 0,12 ^a	1,13 ± 0,05 ^a
Amido	0,15 ± 0,02 ^a	0,15 ± 0,01 ^a	0,15 ± 0,09 ^a
Cálcio*	0,22 ± 0,02 ^a	0,26 ± 0,02 ^a	0,25 ± 0,03 ^a
Valor calórico (Kcal/100g)	191,85 ± 0,33^b	194,78 ± 0,38^{ab}	199,22 ± 0,15^a

*mg/100g em base seca

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: O autor (2022)

A legislação brasileira determina para as mortadelas suínas, ovinas, bovinas e de aves 12% (Min.) de proteína, 30% (Máx.) gorduras totais, 1 - 10% (Max.) carboidratos totais, 5,0% (Max.) para amido e 0,1 a 0,9% de teor de cálcio em base seca. Como demonstra a Tabela 2, os embutidos atendem aos parâmetros estabelecidos. Porém, apesar do regulamento técnico de qualidade e identidade de mortadela (8) não citar pescado como matéria-prima, o teor de umidade dos emulsionados ficaram acima da legislação (máximo 65%). O que está relacionado com o elevado teor de água existente na CMS utilizada na formulação, que por ser de peixe é rica em umidade, podendo variar de 70 a 85%, de acordo com Beirão et al. (17).

É possível observar (Tabela 2) que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os teores de cinzas nas formulações avaliadas. Esses teores são superiores aos reportados por Bessa (21) que avaliou a composição centesimal de salsichas elaborada com CMS de tilápia, encontrando uma variação entre 2,92 e 3,05%. Possivelmente, a maior quantidade de cinzas encontrada nos emulsionados, deve-se à adição do extrato elaborado do cefalotórax do camarão, que possui um elevado teor de cinzas.

Os teores médios de proteína encontrados nos embutidos variaram de 13,10 a 13,13%, respectivamente para as formulações $M_{0,75}$ e M_1 , que foram estatisticamente iguais não diferindo entre si ao nível de 5% de significância do Teste de Tukey. Avaliando a composição centesimal de salsichas elaboradas com CMS de tilápia do Nilo, Bessa (21) obteve valores próximos aos encontrados nesta pesquisa. Já Bartolomeu (22), encontrou um teor de proteína superior a 17% em embutido tipo mortadela de CMS de tilápia. Todavia, nos emulsionados foram encontrados resultados superiores aos teores de proteína mínima preconizados para mortadela de carne de aves, bovina e suína, que é de 12% (8).

A formulação M_1 , que continha uma maior quantidade de extrato de camarão, apresentou o maior teor de lipídeos (15,88%) diferindo estatisticamente da formulação $M_{0,5}$ (14,97%), que continha a menor quantidade do extrato. Com estes resultados, pode-se afirmar que a adição de maiores concentrações de extrato de camarão influenciou no

aumento do teor de lipídeos nas formulações. Isto pode ser explicado pelo fato de o extrato obtido do cefalotórax de camarão apresentar um elevado teor de lipídeos de 12,04%.

Quanto ao teor de carboidratos totais e de amido das amostras analisadas, não houve diferença significativas entre os tratamentos. Isto se deve, possivelmente, ao fato de que os embutidos emulsionados foram elaborados com quantidades iguais da principal fonte de carboidratos (fécula de mandioca) usada nas formulações.

As formulações de mortadela desenvolvidas apresentaram uma variação de 0,22 a 0,26 mg/100g de cálcio em base seca, não diferindo estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância. Esses resultados são similares aos encontrados por Bartolomeu (22) de 0,23 mg/100g de cálcio no mesmo tipo de embutido de CMS de tilápia. A determinação do teor de cálcio em produtos cárneos emulsionados como a mortadela é importante para se ter uma noção da qualidade da matéria-prima utilizada. Segundo Beraquet (23), o teor de cálcio em CMS representa uma forma de se controlar os rendimentos obtidos nos processos de separação mecânica, onde maior teor de ossos implica num maior teor de cálcio na matéria-prima.

Quanto aos valores calóricos, a formulação M_1 foi a que obteve o teor mais alto (199,22 Kcal/100g), provavelmente devido a maior adição de extrato aromático, que por sua vez, continha um ao elevado teor de gordura que é considerada substância altamente energética (9 kcal g^{-1}). Não houve diferença significativa entre as formulações $M_{0,5}$ e $M_{0,75}$, que apresentaram respectivamente 191,85 Kcal/100g e 194,78 Kcal/100g. Gonçalves et al. (3), ao determinarem o valor calórico de salsichas de peixe com sabor de camarão, obtiveram uma média de 129,52 Kcal/100g, sendo inferior aos encontrados nesta pesquisa.

Análise de pH, oxidação lipídica (TBARS), A_w , textura, cor e rendimento de cozimento dos embutidos

De acordo com os resultados obtidos na análise de pH (Tabela 3), verifica-se que as formulações dos embutidos apresentaram valores entre 6,60 e 6,63, não diferindo estatisticamente entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. De acordo com Lourenço et al. (24), valores de pH próximos do neutro afeta as proteínas miofibrilares que atingem sua capacidade emulsificante máxima, favorecendo a formação da emulsão, contribuindo para uma textura melhor do produto emulsionado.

Bartolomeu et al. (22), avaliando a qualidade de mortadela de CMS de tilápia do Nilo, encontraram valores médio de pH de 6,42, enquanto Bernadino Filho (25), para o mesmo tipo de emulsionado, encontrou uma média de pH de 6,60. Portanto, os valores encontrados neste trabalho estão próximos aos descritos na literatura.

Tabela 3 - pH, TBARS, Aw, força de cisalhamento, cor e rendimento de cozimento das formulações

Análises	M1	M2	M3
pH	6,61 ± 0,01 ^a	6,63 ± 0,02 ^a	6,60 ± 0,01 ^a
TBARS (mg/Kg)	0,98 ± 0,20 ^a	0,99 ± 0,18 ^a	0,98 ± 0,27 ^a
Aw	0,982 ± 0,00 ^a	0,980 ± 0,00 ^a	0,983 ± 0,00 ^a
Força de Cisalhamento (Kgf/cm²) *	0,30 ± 0,00 ^a	0,30 ± 0,00 ^a	0,30 ± 0,00 ^a
Cor			
L*	61,05 ± 0,05 ^a	57,35 ± 0,55 ^b	52,45 ± 0,65 ^c
a*	7,67 ± 0,21 ^c	10,00 ± 0,14 ^b	12,70 ± 0,24 ^a
b*	18,90 ± 0,15 ^c	19,40 ± 0,15 ^b	21,15 ± 0,55 ^a
Rendimento de Cozimento (%)	95,30 ± 0,04 ^a	95,33 ± 0,03 ^a	95,31 ± 0,06 ^a

*Kgf = Unidade de medida (quilograma-força)

Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: O autor (2022)

Os valores de TBARS (malonaldeído/kg) dos embutidos não apresentaram diferença significativa entre as formulações desenvolvidas, apresentando uma variação entre 0,98 mg/kg (M_{0,5} e M₁) a 0,99 mg/kg (M_{0,75}). Segundo Bilgin et al. (26), o índice de TBARS é utilizado como um indicador do grau de oxidação lipídica, sendo esta responsável por uma redução na qualidade nutricional, bem como alterações no sabor, que podem comprometer a aceitação do produto final.

A legislação brasileira não indica um valor máximo permitido de TBARS para produtos de pescado. No entanto, em produtos muito oxidados, ou seja, com valores altos de TBARS, pode haver a formação de compostos tóxicos e cancerígenos (27). Os valores encontrados nesta pesquisa (Tabela 3) estão de acordo com o valor recomendado para o bom estado de conservação, com relação às alterações oxidativas em produtos cárneos que é de menos de 3 mg/ kg (28).

Os valores de atividade de água (Aw) de todos os tratamentos foram constantes (0,98), sendo classificados como alimento de alta atividade de água, o que pode favorecer a proliferação de microrganismos, necessitando que esse tipo de produto seja armazenado sob refrigeração.

Para a força de cisalhamento, observou-se (Tabela 3) que não houve diferença significativa entre todas as formulações. Estes resultados indicam que, a adição do extrato em concentrações diferentes não alterou a textura do produto. Moreira (4), avaliando a influência do teor de gordura e proteína de soja na textura de emulsionado tipo mortadela de CMS de tilápia, encontrou valores para força de cisalhamento entre 0,31 e 0,40 kgf, semelhantes aos encontrados nesta pesquisa.

Houve diferenças significativas para os parâmetros luminosidade (L*), cor vermelha (a*) e cor amarela (b*) entre todas as formulações. Pode-se observar (Tabela 3) que a

luminosidade dos emulsionados diminuiu à medida que o percentual de extrato aumentou nas formulações. A amostra $M_{0,5}$ apresentou-se mais clara com a maior média para o parâmetro L^* (61,05), seguida das amostras $M_{0,75}$ (57,35) e M_1 (52,45). De acordo com Minozzo (29), o valor L^* expressa a luminosidade ou claridade da amostra, e varia de 0 a 100; assim sendo, quanto mais próximo de 100, mais clara é a amostra e quanto mais distante, mais escura.

Bartolomeu et al. (22) e Bessa (21) como no presente estudo, também encontraram diferenças significativas para os valores de L^* em embutidos emulsionados de CMS de tilápia, constatando um aumento na luminosidade relacionado com uma maior concentração de gordura e uma menor concentração de CMS.

Para todas as formulações os valores de a^* e b^* foram positivos, onde é possível afirmar que as formulações dos emulsionados tenderam às cores vermelha clara e amarela, com tendência a cor alaranjada. As variações nas concentrações de extrato aromático influenciaram estes parâmetros, pois à medida que aumentou a concentração de extrato nas formulações, houve um aumento dos valores de a^* e b^* . Rizzo e Mauratore (30) afirmam que a cor dos alimentos é um parâmetro que deve ser levado em consideração, sofrendo diretamente o impacto na aceitabilidade inicial por parte dos consumidores, podendo ser considerada uma das muitas características que definem a compra e o consumo regular do produto.

Não houve diferença significativa entre o rendimento de cozimento das formulações desenvolvidas que variaram entre 95,30 a 95,33%, respectivamente para os tratamentos $M_{0,5}$ e M_1 . Bessa (21), avaliando a viabilidade de elaboração de salsichas formuladas com CMS de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo, encontrou uma média de rendimento de cozimento de 84,86%, por sua vez Bartolomeu (22), ao elaborar mortadela defumada de CMS de tilápia, obteve um rendimento de 77,08%. Ambos os autores obtiveram um rendimento menor dos que os encontrados nesta pesquisa. A forma de cozimento, o tipo de envoltório e a composição da matéria-prima influenciam no rendimento de cozimento, pois segundo Souza et al. (31), a gordura também pode influenciar as perdas durante o processo de cocção. Peixes e derivados com maior teor de gordura perdem menos água. A CMS utilizada como matéria-prima neste estudo continha uma quantidade razoável de gordura, o que pode ter contribuído para um maior rendimento do produto.

CONCLUSÕES

Os resíduos da filetagem da tilápia proporcionaram um rendimento satisfatório na obtenção da CMS, que apresentou características físico-químicas dentro das reportadas na literatura, mostrando que pode ser adequadamente utilizada na elaboração dos embutidos emulsionados.

Todas formulações de mortadelas apresentaram características físico-químicas dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente no Brasil. As análises de pH e oxidação lipídica atenderam aos padrões de qualidade recomendados na literatura, reforçando mais uma vez a qualidade dos produtos elaborados.

Desta forma, as formulações desenvolvidas são uma alternativa para agregar valor aos resíduos do processamento da filetagem de tilápia, podendo ser empregados na elaboração de um produto popularmente conhecido, como a mortadela, com características mais saudáveis e nutritivas, podendo ser uma opção para incentivar o consumo de peixe pela população e reduzir a contaminação do meio ambiente ao evitar o descarte desses resíduos de forma inadequada.

Uma sugestão para pesquisas futura seria o estudo detalhado da composição de ácidos graxos, aminoácidos, redução dos níveis de sal de cura e estudo de vida de prateleira de embutidos de pescado.

REFERÊNCIAS

1. IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística/ 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home>.
2. Barroso R. M; Pincinato R. B. M; Munoz A. E. P. Informativo de Mercado da Tilápia: O mercado da tilápia – 2º trimestre de 2017. Embrapa Pesca Aquicultura. Palmas, TO. 2017. 1 p.
3. Gonçalves A. G. Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. 1ed. São Paulo/SP. Atheneu, 2011.
4. Moreira, R. T; Lemos A. L. S. C; Harada, M. M; Cipolli, K; Mendes, E. S; Guimarães, J. L; Cristianini, M. Desenvolvimento e aceitação de embutido emulsionado tipo mortadela elaborado com tilápia (*Oreochromis niloticus L.*). Higiene Alimentar, 2008, v. 22, n.159, p. 47-52.
5. 5. Brasil. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução Normativa nº 04, de 05 de abril de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mortadela. Diário Oficial da União. Brasília (DF). Acesso em 25 de jan. 2022. Disponível: <http://www.agricultura.gov.br/sislegis>.
6. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 18ª ed. 3ª rev. 194p. Washington, 2010.
7. Folch, J.; Less, M.; Stanley, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry, 1957, v. 226, p. 497-509.
8. Brasil. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003 - Aprova Regulamento Técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Acesso em 9 de dez. 2021. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br>

9. IAL. Instituto Adolf Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.
10. Butte, N.F; Caballero, B. Energy needs: Assessment and Requirements. In: Modern Nutrition in Health and Disease, Maurice Shils et al. (eds.), 10th Edition. Philadelphia, PA. (USA): Lippincott Williams & Wilkins, 2006, 2069 p.
11. Vyncke, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in thichloracetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette Seifen Anstrichmittel*, 1970, v. 72, n. 12, p. 1084-1087.
12. Horita, C. N.; Morgano, M. A.; Celeghini, R. M. S.; Pollonio, M. A. R. Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Science*, Barking, 2011, v. 89, n. 4, p. 426-433.
13. Silva, F. De A. S. E.; Azevedo, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. J. Agric. Res*, 2016, v.11, n.39, p.3733-3740.
14. Fogaça, F. H. S.; Otani, F. S.; Portella, C. G.; Santos-Filho, L. G. A.; Sant’Ana, L. S. Caracterização de surimi obtido a partir da carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo e elaboração de fishburger. *Ciências Agrárias*, 2015, v. 36, n. 2, p. 765- 776.
15. Costa D. P. S. Desenvolvimento de hambúrguer com carne mecanicamente separada de carcaça e de refile de tilápia: caracterização microbiológica, físico-química e sensorial. 2017. 93f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Alimentos) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.
16. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada (CMS) de aves, bovinos e suínos. Instrução Normativa nº 4 de 31 mar. 2000. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 abr. 2000. Acesso em 20 de jan. 2022. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sislegis>>.
17. Beirão, L. H.; Teixeira, E.; Meinert, E. M.; Santo, M. L. P. E. Processamento e industrialização de moluscos. In: Seminário e Workshop “Tecnologia Para Aproveitamento Integral do Pescado”, 2000, Campinas. Anais... Campinas: ITAL/CTC, p. 38-84, 2000.
18. brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Pescados e Derivados, C.7, seção 1. Diário Oficial da União. Brasília (DF), 29 de Mar. 2017. Acesso em 3 de dez. 2021. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sislegis>>.
19. Ogawa, M.; Maia, E. L. Manual da Pesca: ciência e tecnologia do pescado. São Paulo: Varela.1999.
20. Tenuta-Filho, A.; Jesus, R. S. Aspectos da utilização de carne mecanicamente separada de pescado como matéria-prima industrial. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2003, v. 37, n. 2, p. 59-64.

21. Bessa D. P. Elaboração de Salsicha Prebiótica com Resíduo de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) e Redução de Sódio. 2014, 78f. Dissertação. (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2014.
22. Bartolomeu, D. A. F. S. Desenvolvimento e avaliação da aceitação de embutido defumado “tipo mortadela” elaborado com CMS de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e fibra de trigo. 2011, 120f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
23. Beraquet, N. J. Carne mecanicamente separada de aves: agregando valor a carne de aves. In: Seminário e Curso Teórico Prático, 2000, Campinas. Anais... Campinas: ITAL, 2000. v.1. 2000.
24. Lourenço, L. F. H.; Galvão, J. C. S.; Ribeiro, S. C. A.; Ribeiro, C. F. A.; Park, K. J. Fat substitutes in processing of sausages using piramutaba waste. *Journal of Food Science and Technology*, 2012, p.1-9.
25. Bernadino Filho R. Aspectos tecnológicos de embutido “tipo mortadela” elaborado com surimi de peixe-voador adicionado de inulina. 2015.81f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar) – Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras/PB, 2015.
26. Bilgin, F.; Ünlüsayın, M.; Izci, L.; Günlü, A. The determination of the shelf life and some nutritional components of gilthead seabream (*Sparus aurata* L., 1758) after cold and hot smoking. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 2008, v. 32, n. 1, p.49-56.
27. Summo, C.; Caponio, F.; Pasqualone, A. Effect of vacuum-packaging storage on the quality level of ripened sausages. *Meat Science*, 2006, v.74, p.249-254.
28. Al-Kahtani, H. A.; et al. Chemical changes after irradiation and postirradiation storage in tilapia and Spanish mackerel. *Journal of Food Science*, 1996, v.61, n.4, p. 729–733.
29. Minozzo M.G. Patê De Pescado: Alternativa Para Incremento Da Produção Nas Indústrias Pesqueiras. 2010, 228f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
30. Rizzo, V.; Muratore, G. Effects of packaging on shelf life os fresh celery. *Journal of Food Engineering*, 2009, v. 90, p. 124-128.
31. Souza, M. L. R.; Viegas, E. M. M.; Sobral, P. J. A.; Kronka, S. N. Efeito do peso de tilápia do Nilo sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados com e sem pele. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas*, 2005, v. 25, n.1, p. 51-59.

Capítulo 31

doi.org/10.53934/9786599539664-31

O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE GOMAS DE MASCAR

Raquel Bordignon ; Thainá Sabrina Haefliger Goldoni ; Maria Eduarda Peretti ; Vanessa Cortina Zanetti ; Elis Samara Meyring ; Mirian Cristina Feiten *

*Autor correspondente: mirianfeiten.mf@gmail.com

RESUMO

As gomas de mascar surgiram, primitivamente, há séculos, e hoje fazem parte de um mercado lucrativo que está em constante desenvolvimento no Brasil e no mundo, uma indústria que tem inovado, principalmente, na formulação e no modo de apresentação dos produtos. Elas ocupam um mercado nada desprezível, e que se encontra em contínua expansão, movimentando bilhões de dólares por ano no mundo. Assim, neste capítulo de revisão, buscou-se destacar seus principais ingredientes (goma base, edulcorantes, aromatizantes, umectantes, antioxidantes e corantes), bem como apresentar a tecnologia do processamento, com descrição do fluxograma de produção. Finalmente, trabalhos recentes são citados a fim de evidenciar o que tem norteado as últimas pesquisas na área. Desafios na área de pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e enriquecimento nutricional de formulações, bem como o tratamento adequado do resíduo sólido gerado. Dessa forma, um compilado de informações científicas a respeito do tema é compartilhado com o intuito de enriquecimento da literatura no assunto.

Palavras-chave: desenvolvimento de novos produtos; goma de mascar; fluxograma; formulação; tecnologia.

INTRODUÇÃO

Através da história da humanidade, o ser humano sempre teve a necessidade de mascar algo entre refeições. As pessoas adquiriram o hábito de mascar substâncias com características duras, elásticas, extensíveis ou gomosas, dentre as quais, estavam as resinas ou látex oriundos de diferentes tipos de árvores, além de sementes, grãos, folhas e ceras. Por séculos, os antigos gregos se acostumaram a mastigar uma resina denominada *mastiche*, obtida da casca da árvore *mastic*, com a finalidade de limpar os dentes e melhorar o hálito (1, 2).

No Brasil, segundo levantamento da Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Amendoim e Balas (Abicab) (3), a indústria de balas e gomas de mascar produziu 214 mil toneladas de produtos em 2020, e este mercado tende a ter um crescimento ainda maior no país, visto que é um produto inovador com grande potencial de aceitação pelo público jovem, que consomem as gomas de mascar pelo sabor, para disfarçar o hálito e tirar o gosto da última refeição (4). O consumo aparente de balas e gomas de mascar em 2020, de acordo com a Abicab, foi de 137 mil toneladas no país e, do total de 214 mil

toneladas produzidas, 83 mil toneladas foram destinadas à exportação, ainda com importação de 6 mil toneladas (3). O aumento da demanda e a procura por novos produtos têm feito as empresas realizarem investimentos em ampliação de fábricas, compra de equipamentos e modernização das plantas industriais (5).

A goma de mascar também tem estatísticas promissoras a nível mundial, sendo que, de acordo com dados da Euromonitor International, neste mesmo ano os segmentos de confeitos de açúcar e gomas de mascar atingiram um valor de venda no varejo de 2,7 bilhões de dólares no mundo (6). Anualmente são produzidos em média 1,8 trilhões de chicletes (6, 7). Esta produção, seria responsável por 290 bilhões de horas de permanência na boca se cada pedaço de chiclete fosse mascado por 10 minutos a cada ano.

Assim, levando em consideração seu grande potencial, o objetivo deste trabalho foi realizar um compilado de informações na forma de revisão bibliográfica sobre os aspectos envolvidos na produção de goma de mascar, abordando seus principais ingredientes, formas de comercialização, e trabalhos recentes de pesquisa e desenvolvimento na literatura especializada, haja vista a escassez de informações científicas detalhadas sobre o assunto. Para tal, buscou-se diversos estudos que abordassem o tema gomas de mascar, quais sejam revisões bibliográficas, artigos científicos, livros-texto, e websites de indústrias de gomas de mascar consolidadas.

TECNOLOGIA DE GOMAS DE MASCAR

Gomas de mascar

Por definição, goma de mascar é o produto constituído por base gomosa, elástica, mastigável e não deglutível. Pode conter outros ingredientes - desde que não descaracterizem o produto - e apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados (8).

Em relação à classificação das gomas de mascar quanto ao tipo, Fadini, Pessoa e Queiroz (1) as classificam em: goma ou chiclete que não faz bola e chiclete de bola, que é a goma ou chiclete que permite fazer bola. A diferença entre a goma de mascar ou *chewing gum* e a goma de bola ou *bubble gum* reduz-se exclusivamente nas diferentes composições das massas básicas ou goma base. Enquanto que a goma de mascar tem uma consistência mais firme, a base do chiclete de bola é mais macia e elástica (2).

No comércio, as gomas de mascar são encontradas nos mais diferentes formatos e sabores. Entre os tipos mais conhecidos estão o formato de fitas ou lâminas (*stick gum*) (Figura 1) e drageadas (caracterizadas pela presença de uma capa). Pode-se, também, encontrar gomas de mascar em formato de cubo, retangular, oval, arredondado, entre outros. Outras categorias envolvem: goma de mascar com recheio, pastilha drageada com recheio, pastilha comprimida, pastosas, entre outras (2). A padronização da goma de mascar deve ser feita segundo as dimensões do produto, ressaltando que cada goma geralmente possui entre 1,5 e 4 g.



Figura 1 – Exemplo de formato *stick* e dimensões da goma de mascar.
Fonte: Elaborada pelas autoras (2022).

Formulação

Quanto às formulações, as gomas de mascar podem ser divididas em quatro grupos específicos: com sacarose (açúcar cristal moído) e compatível com ácido; com sacarose e incompatível com ácido; sem sacarose e compatível com ácido; sem sacarose e incompatível com ácido (1).

Sabe-se que o êxito da formulação do produto depende da matéria-prima escolhida, e cada ingrediente tem a sua função e suas implicações na qualidade do produto. Assim, a goma de mascar é feita a partir de uma “base de goma”, e pode ser considerada como uma borracha plastificada ou polímero, com adição de sacarose ou outro edulcorante, adicionada de agentes texturizantes, agentes antiaderentes, antioxidantes, corantes artificiais, aromatizantes, dentre outros.

A base de goma de mascar é, portanto, uma substância não comestível, inerte e insolúvel, utilizada como suporte para a porção solúvel da goma de mascar adequada para consumo humano. Têm importância elevada para viabilizar a fabricação de gomas de mascar, pois ela transfere maciez ao produto, bem como firmeza para passar pelas etapas do processo. A quantidade e o tipo de base de goma determinam as propriedades texturais da goma, especialmente a viscosidade e a capacidade de mastigação (7).

A composição exata varia de acordo com cada empresa, entretanto, o principal ingrediente é o látex (cuja origem é vegetal) (9, 10). Os demais ingredientes podem ser os mais variados: açúcar em pó, cuja quantidade e tamanho dos grãos interferem no resultado do produto; xarope de milho ou glicose que, além de conferir doçura e textura também age como umectante (substância capaz de evitar a perda da umidade dos alimentos), reveste as partículas de açúcar, estabiliza sua suspensão e mantém a goma flexível; outros umectantes; corantes artificiais; aromatizantes; conservantes; dentre outros aditivos.

A glicerina é, na verdade, é um dos umectantes mais comumente utilizados em formulações de gomas de mascar. A concentração de glicerina em produtos com sacarose varia de 0,3% a 0,5%. No caso de produtos sem adição de açúcar, a glicerina chega a participar com concentrações entre 6% e 10% (1).

Em algumas gomas de mascar, os antioxidantes são adicionados à formulação (7), além da glicerina que atua como umectante (1). Os antioxidantes são usados na formulação de gomas de mascar com a função de proteger alguns componentes presentes na base da goma (7, 11). Geralmente, a goma de mascar contém antioxidantes, tais como 2,6-diterc-butil-p-cresoL (BHT), 2,3-terc-butil-4-hidroxianisol (BHA) e tocoferóis (12).

A base de goma normalmente inclui elastômero (10–30%), solvente de elastômero (2–18%), acetato de polivinila (15–45%), emulsificante (2–10%), polietileno de baixo peso molecular (0,5–15,0%), ceras (0,5–10,0%), plastificante (20–35%) e enchimentos (0,0–5,0%). Embora composições exatas de bases de goma sejam geralmente um segredo

comercial, elas geralmente incluem elastômeros e resinas, junto com gorduras, ceras, emulsificantes, enchimentos e antioxidantes (11).

Os texturizantes (carga mineral), ou enchimento, presentes nas gomas base, são de baixo custo, têm função coadjuvante que facilita/auxilia o seu processamento e ajudam a modificar a sensação bucal durante a mastigação. Os compostos mais usados como texturizantes são o carbonato de cálcio e o talco de grau alimentício. Nas gomas base para gomas de mascar de alta qualidade, os níveis de texturizantes variam de 10% a 20%, enquanto em gomas base mais econômicas seus níveis de participação podem atingir 50% a 55 % (1, 13).

As gomas base estão disponíveis nas formas resistentes e não resistentes a ácidos. A primeira utiliza talco em sua composição e a segunda utiliza o carbonato de cálcio que é reativo aos ácidos orgânicos alimentícios. No Brasil, as gomas base feitas com talco são mais caras do que as com carbonato de cálcio (1).

A composição da base da goma afeta a ligação dos compostos do aroma. Especialmente, a polaridade dos ingredientes à base de goma define o mecanismo de ligação. Assim sendo, a escolha do elastômero também pode ter um papel imprescindível para a liberação do aroma da goma de mascar. Se a afinidade entre o elastômero e o composto aromatizante for alta, o sabor é percebido durante a mastigação por mais tempo, parâmetro privilegiado para a qualidade de uma goma de mascar (7). Sabe-se, também, que os aromas possuem propriedades plastificantes, que interferem no processo de fabricação do produto. Neste caso, o aroma tem efeito significativo no melhoramento da textura da goma de mascar (13).

Os aromas também ajudam na caracterização do produto. Segundo Cafosa Gum (13), os aromas interferem diretamente na aceitação do produto pela maioria dos usuários. O aroma de menta é um dos mais comuns, visto que é refrescante. Uma pesquisa realizada pela agência NOCTUA® com consumidores de gomas de mascar apontou que 46,9 % preferem o sabor de menta (4). Além disso, a ação refrescante do aroma de menta se torna acentuada quando combinada com xilitol, por exemplo, devido ao sinergismo (14, 15).

Em comparação com as gomas de mascar tradicionais, a dosagem de aromas em gomas de mascar sem açúcar é alta, sendo em média de 0,8% nas gomas de mascar com açúcar e de até 2% nas gomas de mascar sem açúcar (1).

Na hora da escolha de um produto, o consumidor leva em conta atributos sensoriais como a cor, juntamente com a forma e a estrutura. Portanto, estas características deverão estar em harmonia com o produto e condizentes ao sabor. Busca-se sempre tornar um produto atrativo ao consumidor em geral, com uma coloração atraente e com intensidade adequada.

O consumidor associa, por exemplo, a cor verde com o sabor menta (2). Segundo Prado e Godoy (16), a cor verde em gomas de mascar pode ser adquirida através da mistura de 3 corantes, sendo estes: tartrazina (E-102), vermelho 40 (E-129) e azul brilhante (E-133). Além disso, pode-se citar que esses corantes são autorizados para o uso em balas, confeitos, bombons, chocolates e similares, segundo a RDC nº 387, de 5 de agosto de 1999 (17).

As gomas base podem ser aderentes ou não, dependendo da sua composição. Elas utilizam ingredientes, como por exemplo, o poliacetato de vinila (PVA), que ajuda no sentido de evitar a aderência. Além disso, a combinação desta goma base com outros ingredientes da formulação torna o produto não aderente aos lábios e à face (1).

A goma base pura é praticamente impossível de ser mascarada. Existem outros ingredientes fundamentais na composição da goma base que também afetam a textura. A definição sobre qual goma base usar depende do conceito do produto em desenvolvimento e do custo desejado para este produto (1). As gomas de mascar regulares contêm entre 20 a 30% de base de goma, enquanto as sem sacarose apresentam composição mais variada, mas não costumam ultrapassar os 30% de base (11, 18).

O percentual de goma base a ser utilizado no desenvolvimento de uma goma de mascar possui efeito expressivo na qualidade do produto, visto que uma quantidade suficiente de goma base é requerida. Para os diferentes tipos de goma de mascar, é usado aproximadamente 1 g de goma base por unidade (13). Fadini, Pessôa e Queiroz (1) salientam que se a quantidade de goma base for inferior a 0,7 g, a maioria dos consumidores sentirá que o produto é de baixa qualidade, entretanto para gomas de mascar acima de 1 g, o produto será considerado de boa qualidade. Segundo os autores, tamanhos unitários de 6 a 8 g devem possuir teores de goma base de 15,5% a 16,6% e para pedaços de 4 a 6 g serão requeridos 18% a 20%, respectivamente (1, 13). A goma base é geralmente vendida em diferentes formatos. A forma mais comum é em blocos de aproximadamente 10 kg (2).

Edulcorantes

As propriedades dos edulcorantes (açúcares) estão relacionadas diretamente com sua estrutura química. Desta forma, pode-se escolher qual açúcar ou carboidrato será utilizado para a fabricação de uma determinada goma de acordo com as características desejadas no produto. No Brasil, os açúcares mais usados na fabricação de gomas de mascar são a sacarose e o xarope de glicose. Em outros países, por motivos de disponibilidade e custos, a dextrose monohidratada é bastante utilizada (1).

O sorbitol e o xilitol, dentre os polióis, bem como os adoçantes sintéticos (aspartame, acessulfame de potássio, sucralose, sacarina sódica, ciclamato de sódio, etc.) são muito utilizados como ingredientes para gomas de mascar sem açúcares, devido ao seu elevado potencial de doçura e características não calóricas (19). Outros álcoois de açúcar (polióis), além do sorbitol e do xilitol, são o eritritol, o manitol e o maltitol, que também podem ser adicionados em gomas de mascar sem açúcar (14).

Por apresentar elevado poder de doçura, o xilitol pode ser adicionado à formulação sozinho ou em combinação com diversos sabores (20). O xilitol é comumente adicionado em combinação com polióis de custo mais baixo, como o sorbitol, devido ao seu custo relativamente alto (7, 12).

Conforme a Resolução RDC nº 18, de 24 de março de 2008 (21), tanto o xilitol como o sorbitol podem ser utilizados em alimentos e bebidas para dietas com restrição de açúcares e podem ser adicionados conforme seja necessário para alcançar a doçura desejada.

A percepção da doçura do xilitol é considerada semelhante à da sacarose e o poder adoçante equivale ao da sacarose a 10%, porém apresenta menor viscosidade e, por este motivo, não tem boa ação como agente de corpo (19). Dessa forma, têm sido utilizadas formulações contendo xilitol e sorbitol na proporção de doçura 60:40 em gomas de mascar. Juntos, conferem textura adequada, apresentando um efeito sinérgico em relação à doçura, além de proporcionar doçura análoga ao produto tradicional (14).

A substituição do açúcar, presente nas formulações tradicionais, pelo xilitol e sorbitol, tem o intuito de fornecer ao consumidor - em especial aos indivíduos diabéticos -

um produto com dulçor análogo às gomas de mascar comumente encontradas no mercado, que tem como vantagem ser proveniente de fontes naturais (22). Pela substituição do açúcar pelo xilitol e sorbitol, tem-se um produto *diet*, devido ao fato de ser um alimento especialmente formulado para atender às necessidades de pessoas com distúrbios no metabolismo desses açúcares, como a sacarose, xarope de glicose, entre outros. Estes produtos, segundo a Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998, podem conter no máximo 0,5 g de sacarose, frutose e/ou glicose por 100 g ou 100 mL do produto a ser consumido (23).

Outra vantagem do xilitol sobre a sacarose é que, em virtude de sua elevada estabilidade química e microbiológica, ele atua, mesmo em baixas concentrações, como conservante de produtos alimentícios, oferecendo resistência ao crescimento de micro-organismos e prolongando a vida de prateleira desses produtos (22).

O xilitol possui, ainda, propriedades não cariogênicas (não causador de cáries), cariostática (inibe a formação de novas cáries) e anticariogênica (promove reversão do processo de formação da cárie). O xilitol não é metabolizado por micro-organismos da biota bucal, colocando em relevância a bactéria *Streptococcus mutans*, o que faz com que impeça a proliferação das bactérias e a produção de ácidos que prejudicam o esmalte dos dentes. Além disso, também pode ser classificado como anticariogênico por estimular a produção de saliva, que possui capacidade tamponante, o que, agregado ao aumento na concentração de íons cálcio e fosfato, induz a remineralização, revertendo lesões de cáries recém-formadas (14).

Ainda, cita-se que o sorbitol pode ser considerado um umectante, presente na formulação das gomas de mascar para estender a maciez do produto durante a armazenagem, distribuição e venda, através do controle da atividade de água (aw) do produto (1). Neste caso, muitas indústrias optam pela utilização do sorbitol líquido para evitar a cristalização do produto.

Fluxograma de Processo

Um exemplo de proporção de cada ingrediente presente na formulação de goma de mascar zero açúcar e sabor menta, consta na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Formulação da goma de mascar *diet* sabor menta.

Ingrediente	Proporção (%)
Xilitol	37,416
Goma Base	30
Sorbitol Líquido	24,944
Glicerina	6
Aromatizante Artificial de Menta	1,5
BHT	0,04
BHA	0,04

Vermelho 40	0,030
Tartrazina	0,030
Azul Brilhante	0,030

Fonte: Brasil (17), Konar *et al.* (7).

Na sequência, é possível observar o fluxograma do processo de elaboração do produto (Figura 2) e a descrição das etapas do processamento.

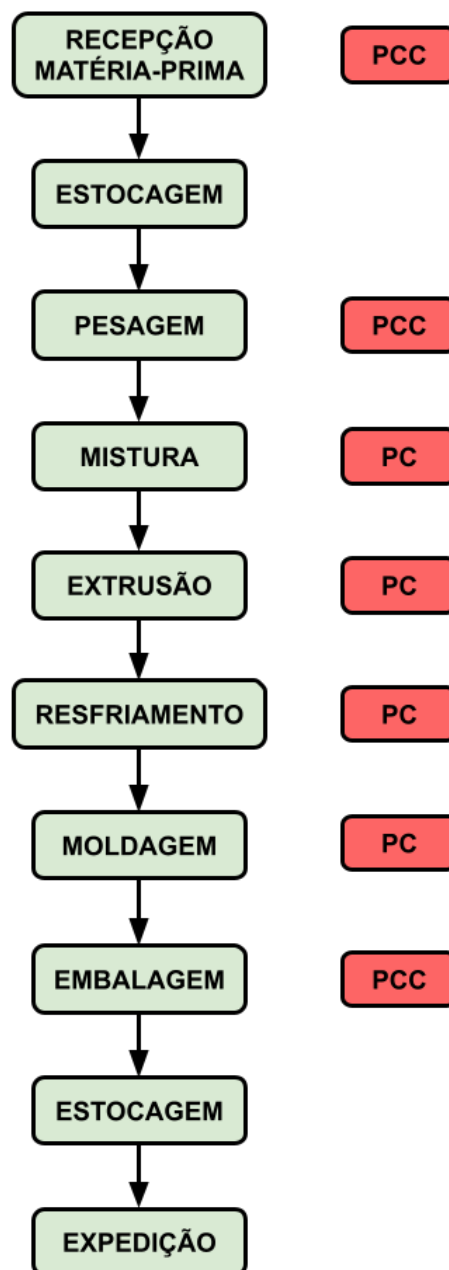


Figura 2 - Fluxograma de produção da goma de mascar *diet*.

Fonte: Adaptado de Lazzari (2).

Recepção da matéria-prima, ingredientes e aditivos / Estocagem

A matéria-prima chega ao estabelecimento, geralmente, através de transporte rodoviário (caminhão), é armazenada na sala de estoque de ingredientes, em temperatura ambiente e é levada posteriormente para a sala de pesagem, com o auxílio de carrinhos transportadores. Os ingredientes também são levados até a sala de pesagem com carrinhos, onde serão pesados.

Mistura

Uma vez pesados, os ingredientes correspondentes a uma batelada do processo serão levados com o auxílio de carrinhos até o misturador. Segundo Lazzari (2), as operações do processo de mistura podem ser descritas resumidamente da seguinte forma: aquecimento do misturador na temperatura entre 45 e 55 °C; adição da goma base, dos edulcorantes e do corante (50 – 60 °C); homogeneização (5 minutos); adição da glicerina; homogeneização da mistura (5 minutos); adição do antioxidante e do aroma; homogeneização por mais 5 minutos; descarregamento da massa (45 e 55 °C) do misturador; repouso da massa por 15 a 30 minutos.

Segundo Cafosa Gum (13), o misturador tem construção robusta e possui uma camisa de aquecimento com função de aquecer o equipamento nas bateladas iniciais. Depois das primeiras bateladas, o calor da camisa permanecerá mesmo com o equipamento desligado e assim poderá ficar misturando por dias. É confeccionado em aço inoxidável e as tampas são disponíveis de diversos tipos, adequadas à vácuo, planas ou não, ou tipo grelha, todas com sistemas de levantamento manual com contrapeso quando necessário, ou automáticas com cilindros hidráulicos.

A descarga pode ser efetuada por basculamento do tanque, através de acionamento manual ou automático, ou ainda através de rosca extrusora no fundo do tanque (versão Mixtruder). Na opção Mixtruder, durante o processo de mistura, a rosca inferior empurra os materiais contra a ação dos braços, aumentando a ação de mistura.

Passado o período de repouso na mesa, a massa base é direcionada à extrusão por um operador, utilizando um carrinho transportador.

Extrusão

A extrusão das gomas é feita em uma extrusora industrial, a qual permitirá regular a espessura da goma conforme especificação da indústria. Segundo Fadini, Pessôa e Queiroz (1), a finalidade da extrusora é formar as fitas que serão resfriadas e irão alimentar as máquinas de moldagem e embalagem. A temperatura da extrusora deve ser de aproximadamente 45 °C para assegurar que as fitas sejam bem formadas e que a massa não resfrie.

Para a fabricação de goma de mascar, o equipamento geralmente usado é o do tipo Duplo Sigma ou Duplo “Z”, que é adequado para misturas de materiais de alta viscosidade: duas lâminas inseridas em um tacho, cada uma no formato de letra “Z”, podendo ter ação tangencial ou sobreposta. O perfil dos braços assegura uma perfeita dispersão dos produtos em um menor período de tempo. As lâminas apresentam-se em direções opostas para cada

camada durante a mistura das fases. A forma de cada lâmina e suas desiguais velocidades de rotação, asseguram que o material seja movido para diferentes áreas de mistura durante o ciclo (1, 13).

Resfriamento

Na saída da extrusora, as fitas formadas são transferidas continuamente por esteiras para um túnel de resfriamento. A temperatura interna varia de acordo com a sua dimensão, as características do produto e a velocidade (1, 10). Em geral, temperaturas entre 10 e 20 °C são comuns. O tempo de permanência também varia, oscilando entre 10 e 20 minutos. A umidade relativa é outro parâmetro importante: geralmente, a umidade relativa varia entre 50% e 60%, e não deve ultrapassar 65%. Na saída do túnel de resfriamento, a temperatura da massa de goma de mascar pode, ainda, variar até 30 °C (1, 10). Ao sair do túnel de resfriamento, as fitas são direcionadas à moldagem através de esteira.

Moldagem e Embalagem

O corte das lâminas será realizado após o resfriamento da massa, por sistema contínuo através de equipamento automatizado, onde as gomas ganharão seu formato específico, com comprimento, largura e espessura padronizados.

Em equipamento embalador acoplado à máquina de molde, será realizada a embalagem das gomas em sistema automatizado, controlado por computador. Após a embalagem, os produtos passam por um detector de metais, via esteira, para evitar quaisquer possíveis contaminações físicas (realizando a detecção de metais ferrosos, não ferrosos e aço inoxidável), como peças das máquinas. Em seguida, caem em caixas de papelão, que serão dispostas no estoque após o operador ajustar a posição nas embalagens terciárias. As caixas são levadas ao estoque com o auxílio de carrinhos transportadores.

A embalagem é um dos fatores mais críticos dentro da cadeia produtiva, podendo assegurar ou comprometer a garantia da qualidade de uma goma de mascar. Não basta elaborar um ótimo produto e prejudicar o seu sucesso usando uma embalagem inadequada. A identificação da aw de uma goma de mascar tem grande importância na definição da embalagem. O ideal é determinar a embalagem que proteja contra absorção e perda de umidade (1).

As embalagens de gomas de mascar podem ter diferentes formas, como *blister pack*, embrulhos, caixas, latas, entre outros, podendo ser constituídos de diferentes materiais, como plástico rígido, plástico flexível, estanho ou outro metal, papel, composto de papel-plástico, papel ondulado, cartão e semelhantes (24).

Um exemplo de embalagem primária especial para acondicionamento de gomas de mascar é composto por quatro camadas, sendo elas, papel na parte interna, seguido por adesivo onde estará aderido à lâmina de alumínio, finalizando com revestimento deslizante, conforme informações do fornecedor Constantia Flexibles - CFLEX (25). Ainda segundo o fornecedor, este tipo de embalagem permite excelente performance na máquina embaladora, mesmo em alta velocidade de produção, e proteção comprovada do produto. O formato e composição da embalagem para a goma de mascar estão descritos na Figura 3, abaixo.

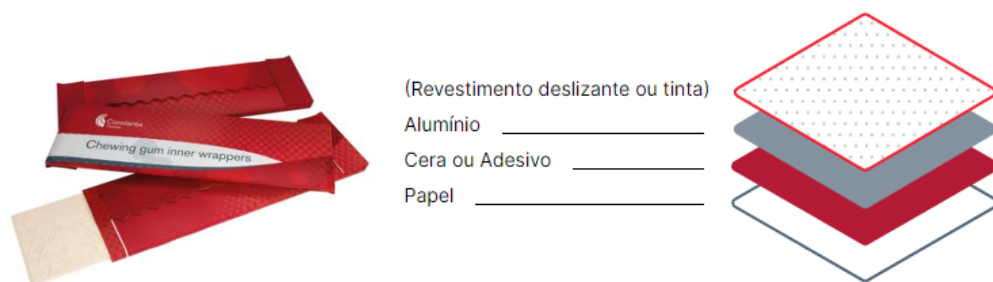


Figura 3 - Representação do formato e composição da embalagem primária.
Fonte: Adaptado de CFLEX (25).

Já a embalagem secundária pode ser um invólucro de papel cartonado plastificado, onde será realizada a tipografia com as informações necessárias do rótulo, representada na Figura 4. Neste exemplo, estão contidas 8 unidades de gomas de mascar na embalagem secundária.



Figura 4 - Representação do formato da embalagem secundária.
Fonte: Adaptado de CFLEX (25).

Segundo análises de pesquisas realizadas pela agência NOCTUA (4), esta embalagem agrada todos os consumidores por seu design simples, pequeno e prático. Os consumidores disseram nas pesquisas que seu formato facilita na hora do transporte e cabe em lugares menores, como bolsos, carteiras, etc.

A embalagem terciária geralmente é uma caixa de papelão, onde são acondicionados os produtos para posterior transporte, podendo conter cerca de 50 unidades de embalagem secundária.

Para a rotulagem do produto, segue-se os requisitos impostos pela Resolução nº 986, de 21 de outubro de 1969 (26). Um exemplo de layout da embalagem secundária pode ser visto na Figura 5, bem como o da embalagem primária na Figura 6.

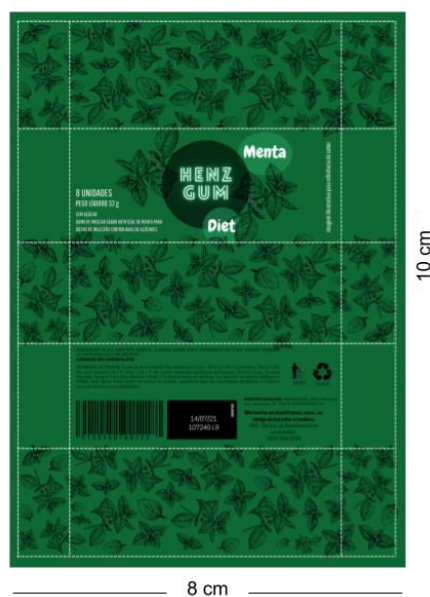


Figura 5 - *Layout* da Embalagem Secundária.
Fonte: Elaborada pelas autoras (2022).



Figura 6 - *Layout* da Embalagem Primária.
Fonte: Elaborada pelas autoras (2022).

Estocagem e Expedição

O produto já embalado é acondicionado em sala de estoque em temperatura ambiente, para o aguardo da expedição. Após documentação e análises do controle de qualidade, o produto pode ser destinado aos diversos mercados, atacadistas e varejistas.

Controle de Qualidade

Um parâmetro que merece destaque no controle de qualidade de qualquer produto destinado à alimentação, é a sua segurança microbiológica. O objetivo de qualquer indústria alimentícia é a obtenção de produtos estáveis, de longa vida de prateleira, e seguros à saúde

dos consumidores. Assim, análises obrigatórias pela legislação para as gomas de mascar estão indicadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Análises microbiológicas obrigatórias para gomas de mascar.

Categoria Específica	Micro-organismos/Toxinas/ Metabólitos	n	c	m	M
Balas, pastilhas, drágeas, caramelos, gomas de mascar e outros confeitos.	<i>Salmonella</i> /25g	10	0	Aus	-
	Enterobacteriaceae/g	5	2	10	10 ²
	Bolores e leveduras/g	5	2	10 ²	10 ³

Fonte: Brasil (27).

Dada sua importância incontestável, o estudo das interações entre os vários fatores intrínsecos e extrínsecos que interferem na capacidade de multiplicação dos micro-organismos em alimentos, deu origem ao famoso conceito dos obstáculos de Leistner, o qual originou a teoria dos obstáculos, que se baseia na utilização simultânea de mais de uma forma de controle microbiano nos alimentos (28). Para a goma de mascar, é comum empregar a utilização de aditivos, tais como: BHA e/ou BHT, e xilitol, em conjunto com a baixa *A_w* presente na goma.

O edulcorante natural xilitol possui como vantagem a elevada estabilidade química e microbiológica, atuando, mesmo em baixas concentrações, como conservante de produtos alimentícios, oferecendo resistência ao crescimento de micro-organismos e prolongando a vida de prateleira dos produtos (22).

Em suma, a baixa *A_w* das gomas de mascar contribui para sua estabilidade microbiológica. Conforme Franco e Landgraf (28), considera-se o valor de 0,60 como valor de *A_w* limitante para a multiplicação de qualquer micro-organismo. No estudo realizado por Santos (2014), em que se avaliou a aplicação de microcápsulas de xilitol e mentol em gomas de mascar, encontrou-se valores de *A_w* de 0,45 a 0,52 para gomas de mascar contendo xilitol e mentol livres. Assim, pode-se concluir que, aliado à ação antimicrobiana do xilitol, ao emprego dos antioxidantes BHA e BHT, à baixa *A_w* das gomas de mascar, e ao controle de qualidade adequado, é possível obter um produto livre de perigos microbiológicos.

Perspectivas em Pesquisa e Desenvolvimento

De Avelar *et al.* (29) trabalharam no desenvolvimento de balas de goma elaboradas com frutas do Cerrado brasileiro, que apresentam elevado potencial tecnológico e funcional devido à inovação sensorial e oferta nutricional. O trabalho objetivou desenvolver balas de goma utilizando polpas de fruta do Cerrado, avaliar a sua aceitabilidade, realizar a caracterização físico-química, o estudo da retenção da cor e do conteúdo de carotenoides nos produtos elaborados.

Santos *et al.* (20) trabalharam na aplicação de microcápsulas de xilitol e mentol em gomas de mascar, de forma que as cápsulas refrescantes liberassem o agente ativo no tempo e na região adequada da boca. O trabalho teve como objetivo encapsular agentes refrescantes

(xilitol e mentol) a aplicá-los em gomas de mascar, objetivando prolongar a duração da sensação de refrescância.

Segundo o estudo de Fernando *et al.* (30), mascar uma goma sem açúcar contendo fosfato de cálcio amorfo estabilizado por fosfopeptídeo de caseína promoveu prebiose aumentando significativamente a proporção de *Streptococcus sanguinis* e outras espécies bacterianas associadas à saúde bucal.

Conforme Konar *et al.* (7), apenas recentemente foi desenvolvida a ideia de gomas de mascar saudáveis e da utilização de gomas de mascar como uma forma alternativa para administração de medicamentos, destacando que este novo nicho pode e deve ser explorado.

Por outro lado, Airoidi *et al.* (31) estudaram a biodegradação acelerada da goma de mascar por meio de bactérias e fungos, através de uma pesquisa experimental. Considerando seu descarte incerto, devido ao alto potencial contaminante e a baixa biodegradabilidade (a goma demora cerca de 5 anos para se decompor na natureza), o objetivo principal sucedeu-se por verificar a eficiência da atuação de bactérias e fungos na biodegradação da goma de mascar. As respostas são de que as gomas aplicadas à mistura que continha solo, fezes e micro-organismos e a que continha solo e micro-organismos obtiveram maior índice de biodegradabilidade, com percentuais de 35% e 29%, respectivamente.

Outra maneira de dar um destino ao resíduo sólido das gomas de mascar, já que desenvolver uma receita biodegradável de chiclete ainda é um desafio para as empresas, é reciclar os chicletes mastigados utilizando-os na fabricação de novos produtos. É o que uma empresa britânica - Gumdrop - iniciou a realizar em 2018, recolhendo gomas mastigadas e transformando sua borracha sintética em sapatos e acessórios, tais como copos, pentes, etc. (32). Ao utilizar este resíduo como matéria-prima, além da redução de acúmulo nas ruas e locais públicos, ainda há redução na utilização de recursos finitos provenientes do petróleo.

Nesse mesmo sentido, Maranhão *et al.* (33) utilizaram a borracha residual de butadieno estireno, proveniente das gomas de mascar, como matriz para cristais de quartzo. O compósito carregado com 44,4% de quartzo apresentou melhores respostas de variação de carga elétrica em função da pressão aplicada, evidenciando, portanto, que materiais com potencial aplicação no campo de sensores capacitivos de pressão podem ser obtidos a partir do resíduo de gomas de mascar.

Assim, com todo o exposto, como sugestões futuras pode-se destacar o desenvolvimento de estudos para otimização do processo de produção das gomas de mascar, substituição da matéria-prima e embalagem por alternativas biodegradáveis, utilização da goma como veículo de vitaminas e/ou princípios ativos medicamentosos, ampliação do portfólio de produtos (gomas funcionais e diferentes sabores), busca por corantes, aromas e antioxidantes naturais, além da implementação de tecnologias limpas e sustentáveis.

CONCLUSÃO

Com a realização desta revisão bibliográfica a respeito de gomas de mascar foi possível identificar os principais ingredientes, suas devidas funções e benefícios, bem como apresentar e descrever o fluxograma de processo de produção, que não é oneroso de ser realizado.

Ainda, é possível verificar em trabalhos recentes aspectos de inovação no desenvolvimento de novos produtos, assim como estudos de biodegradabilidade da goma,

contribuindo para que futuros estudos sejam desenvolvidos ou aprimorados tendo em mente o conceito de economia circular.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a todo o corpo docente do curso superior de Engenharia de Alimentos do Instituto Federal Catarinense pela oportunidade de aprendizado e crescimento.

REFERÊNCIAS

1. Fadini AL, Pessôa GJ, Queiroz, MB. Tecnologia de Fabricação de Goma de Mascar. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL; 2006.
2. Lazzari MR. Estabilidade de gomas de mascar adicionadas de lactato de sódio armazenadas sob diferentes condições de umidade relativa [dissertação]. Erechim: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões; 2008.
3. Associação Brasileira da Indústria de chocolates, amendoim e balas – Abicab. Balas e gomas [Internet]. 2020 [acesso em 7 Fev 2022]. Disponível em: <http://clientes.focoimg.com.br/abicab/storage/app/public/editor/162455511760d4be6d23eea.pdf>.
4. Castro D, Aurélio G, Karsinskas L, Florencio M, Akemi S, Crippa Y. Agência NOCTUA: Trident [Internet]. 2017 [acesso em 10 Fev 2022]. Disponível em: <https://periodicos.unifacef.com.br/index.php/rec/article/download/1444/1024>
5. Lazzarotto E, Cunha MAA, Rodrigues MB, Mendonça SNTG. Bala de gelatina com fibras: caracterização e avaliação sensorial. RBTA. 2008;2:1:22–34.
6. Euromonitor. Gum in Brazil [Internet]. 2021 [acesso em 10 Jan 2022]. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/gum-in-brazil/report/>
7. Konar N, Palabyik I, Toker OS, Sagdic O. Chewing gum: production, quality parameters and opportunities for delivering bioactive compounds. Trends Food Sci Technol. 2016;55:29–38.
8. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC N° 265, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para balas, bombons e gomas de mascar. Diário Oficial da União. 23 set 2005;Seção 1:369.
9. Cunha GL. Como fabricar goma de mascar? Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT. São Paulo: Agência USP de Inovação – AUSPIN; 2006.

10. Marcelino JS, Marcelino MS. Doces industrializados. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT. Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR; 2021.
11. Fritz D. Formulation and production of chewing gum and bubble gum. Loughton: Woodhead Publishing; 2006.
12. Edin K, Fida-Lassang N, Schmaltz L. Determination of butylated hydroxytoluene in chewing gum using GC-MS. *J. Anal. Chem.* 2010;1:14–18.
13. Cafosa Gum. Gum bases and gum products technology [Internet]. 2022 [acesso em 8 Fev 2022]. Disponível em: <https://www.cafosa.com/>
14. Fani M. Adoçantes: Quais os tipos disponíveis? *Revista Aditivos e Ingredientes.* 2022;1:34–39. Disponível em: https://aditivosingredientes.com/upload_arquivos/201604/2016040125478001461937016.pdf
15. Queiroz GC, Rego RA, Jardim DCP. *Brasil bakery e confectionery trends 2020.* Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL; 2020.
16. Prado MA, Godoy HT. Teores de corantes artificiais em alimentos determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. *Quím. Nova.* 2007;30:2:268–273.
17. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC N° 387, de 05 de agosto de 1999. Regulamento Técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a categoria de alimentos 5: balas, confeitos, bombons, chocolates e similares. *Diário Oficial da União*, 09 ago 1999.
18. Tisdale E, Wilkins C. Desenvolvimento de método para análise composicional de poli (acetato de vinila) de baixo peso molecular por espectrometria de massa assistida por matriz / dessorção a laser e sua aplicação na análise de gomas de mascar. *Anal. Chim. Acta.* 2014;820:92–103.
19. Siefarth C, Tyapkova O, Beauchamp J, Schweiggert U, Buettner A, Bader S. Influence of polyols and bulking agents on flavour release from low-viscosity solutions. *Food Chem.* 2011;129:4:1462–1468.
20. Santos MG, Carpinteiro DA, Thomazini M, Rocha-Selmi GA, Cruz AG, Rodrigues CEC, Favaro-Trindade CS. Coencapsulation of xylitol and menthol by double emulsion followed by complex coacervation and microcapsule application in chewing gum. *Int. Food Res. J.* 2014; 66:454–462.
21. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC n° 18, de 24 de março de 2008. Dispõe sobre o Regulamento Técnico que autoriza o uso de

- aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos. Diário Oficial da União. 25 mar 2008;Seção 1:30.
22. Mussato SI, Roberto IC. Xilitol: edulcorante com efeitos benéficos para a saúde humana. Rev. Bras Cienc Farm. 2002;38:4:401-413.
 23. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Portaria nº 29, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos para Fins Especiais. Diário Oficial da União. 30 mar 1998.
 24. Bougoulas JA, Boyd WT, Kopecky SJ, Admans BL, Garcia MA, Altman S, Harte NJ. Chewing gum packages with gum disposal accommodations. U.S. Patent n. 7,563,468 [Internet]. 2009 [acesso em 20 Jan 2022]. Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US7563468B2/en>
 25. CFLEX - Constantia Flexibles. Chewing gum wrapper [Internet]. 2022 [acesso em 08 Fev 2022]. Disponível em: <https://consumer.cflex.com/>
 26. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC N° 986, de 21 de outubro de 1969. Institui normas básicas para alimentos. Diário Oficial da União, Poder Executivo. 21 out 1969.
 27. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Instrução Normativa N° 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União. 26 dez 2019;Seção 1:133.
 28. Franco BDGM, Landgraf M. Microbiologia dos Alimentos. São Paulo: Atheneu; 2008.
 29. De Avelar MHM, Rodrigues CG, Arruda AC, Silva EC, Carlos LA. Desenvolvimento de balas de goma elaboradas com frutas do Cerrado. Magistra. 2016;28:1:21–28.
 30. Fernando JR, Butler CA, Adams GG, Mitchell HL, Dashper SG, Escobar K, Hoffmann B, Shen P, Walker GD, Yuan Y, Reynolds C, Reynolds, EC. The prebiotic effect of CPP-ACP sugar-free chewing gum. J. Dent. 2019;91:103225.
 31. Airolدی KG, Hogetop J, Lessa CC, Machado HC, Pedone AA. Biodegradação acelerada da goma de mascar por meio de bactérias e fungos. 2017. Anais da Mostra de Ensino, Extensão e Pesquisa do Instituto Federal do Rio Grande do Sul Campus Osório – MoExp.
 32. Reuters. Empresa britânica recicla chicletes e transforma em sapatos e acessórios [Internet]. 2018 [acesso em 10 Fev 2022]. Disponível em:

<https://g1.globo.com/olha-que-legal/noticia/empresa-britanica-recicla-chicletes-e-transforma-em-sapatos-e-acessorios.ghtml>

33. Maranhão FS, Nascimento DM, Souza Junior FG, Almeida TM, Lopes TC, Moreira TNC, Visconte LY, Toledo Filho RD. Compósito trifásico baseado em resíduo de goma de mascar-sbr e partículas de quartzo. Revista Matéria. 2021;26:4:1–11.

Capítulo 32

doi.org/10.53934/9786599539664-32

PROSPECÇÃO CIENTÍFICA (2010-2020): ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E/OU APLICAÇÃO ALIMENTÍCIA DO ÓLEO EXTRAÍDO DO MESOCARPO DO BURITI (*MAURITIA FLEXUOSA* L.)

Kelly Silva Pinheiro *; **Josyanne Araújo Neves **

**Kelly Silva Pinheiro – Email: kellyksp1@gmail.com*

Resumo: O buriti (*Mauritia flexuosa* L.) é uma palmeira oleaginosa que contém uma multiplicidade de compostos bioativos benéficos à saúde humana. Do mesocarpo do buriti pode ser extraído um óleo, o qual é um antioxidante natural, com capacidade de prevenir doenças e potencial utilização em alimentos. Nesse contexto, objetivou-se por meio do presente estudo realizar uma prospecção científica sobre a atividade antioxidante e/ou a aplicação alimentícia do óleo extraído do mesocarpo do buriti. Para isso, utilizou-se a metodologia PRISMA, partindo da identificação de artigos científicos, publicados em três bases de dados entre 2010 e 2020, empregando-se duas estratégias de busca. Logo após, foram realizadas as etapas de seleção, elegibilidade e inclusão para se obter o resultado final de artigos que se enquadravam no estudo. No total, foram incluídos doze (12) artigos científicos. A atividade antioxidante do óleo de buriti foi estudada e demonstrada em todos esses artigos, sendo que os autores relacionaram tal atividade à presença elevada de compostos fenólicos lipídicos, β -caroteno, ácidos graxos, vitaminas A e E e outros. Dentre os artigos, cinco (5) evidenciaram a aplicação desse óleo na preparação de alimentos, como: temperos para saladas, cremes vegetais, biscoitos e bebidas, promovendo aumento do valor nutricional desses produtos. Por meio dos resultados dessa prospecção, pode-se concluir que o óleo extraído do mesocarpo do buriti: tem atividade antioxidante evidenciada na literatura; ainda é pouco explorado em pesquisas relacionadas ao seu uso em alimentos; apresenta potencial para o desenvolvimento de trabalhos futuros e uso em inovação tecnológica na área alimentícia.

Palavras-chave: β -caroteno; Compostos fenólicos lipídicos; Inovação tecnológica; Tocoferol; Vitamina E

INTRODUÇÃO

No ecossistema brasileiro, o cerrado ocupa uma posição importante, dispondo de uma variedade de espécies nativas com frutos de alto valor nutricional. Esses frutos apresentam formas e cores variadas, sabores diversificados, sendo fonte de carotenoides e vitaminas, tornando-os atraentes sensorialmente e contribuindo para a boa saúde humana (1; 2; 3; 4). O buriti (*Mauritia flexuosa* L.), por exemplo, é uma fruta abundante no cerrado brasileiro, que pertence à família *Arecaceae*. Essa fruta contém uma massa espessa de cor laranja, é muito rica em carotenoides, principalmente β -caroteno, e ácido

ascórbico, além disso, contém vitaminas B e E, fibras alimentares, polifenóis, lipídios de ácidos graxos insaturados e ferro (5; 6; 7; 2; 3; 4).

O buritizeiro está entre as plantas oleaginosas com elevadas concentrações de lipídios nos frutos, sendo possível a extração de óleo. O óleo extraído do mesocarpo (polpa) de buriti é líquido em temperatura ambiente, tem alto valor antioxidante, é rico em ômega 9 (ácido oleico) e em ômega 6 (ácido linoleico). Tais ômegas são importantes para a dieta humana e de relevância para as indústrias de alimentos (8; 9; 4).

O óleo de buriti possui atividade antioxidante e essa é associada à prevenção e proteção contra oxidação das membranas citoplasmáticas, além da diminuição do colesterol, inibindo problemas cardiovasculares. Algumas doenças humanas, como o câncer e doenças crônicas não transmissíveis, podem estar ligadas ao estresse oxidativo e o consumo de alimentos vegetais pode diminuir a incidência dessas, visto que os compostos fenólicos presentes nesses alimentos, promovem efeitos antioxidantes, sendo benéficos à saúde (10). As vitaminas, os carotenoides e os compostos fenólicos consumidos na dieta são as principais fontes de antioxidantes, eles interagem com radicais livres para impedir a reação do oxigênio a produtos reativos (5; 4).

O óleo de buriti pode ser classificado como alimento funcional, essa característica pode contribuir na preservação da saúde dos consumidores, possuindo um papel importante se aplicado na área alimentícia, propondo o desenvolvimento de um alimento nutritivo, uma alternativa de aproveitamento do fruto e elaboração de um produto diferenciado, uma vez que o óleo confere cor, aroma e sabor próprio da fruta (11).

Para auxiliar pesquisadores a encontrar uma linha de pesquisa inovadora, os estudos prospectivos podem ser empregados. Dessa forma, a realização desse tipo de pesquisa fornece informações relevantes, contendo dados, ideias, referências, investigações e explicações sobre determinado eixo temático (12). A prospecção é uma ferramenta sistemática de mapear o desenvolvimento científico, ou seja, é realizado um rastreamento de trabalhos científicos já publicados durante um período pré-estabelecido de tempo sobre a temática proposta. Ela pode influenciar o desenvolvimento de trabalhos futuros, assim, com uma pesquisa prévia pode-se gerar ações que alteram o futuro. A tomada de decisão vai ser diretamente influenciada por um conjunto de agentes já estudados (13; 14).

Estudos prospectivos podem influenciar também na indústria, na sociedade e na economia porquanto antecipam e estimulam a organização dos sistemas de inovação criando assim, estratégias e políticas para criações futuras (14).

Desse modo, considerando-se que o óleo extraído do mesocarpo do buriti: a) apresenta compostos bioativos associados ao combate do estresse oxidativo e prevenção de doenças; b) possui micro e macronutrientes essenciais às funções do organismo humano; c) é sensorialmente atrativo e aceito, com potencial de uso na elaboração de alimentos; trabalhos científicos que investiguem e fomentem o interesse e consumo; e ofereçam informações sobre as propriedades, tendências e potencialidades científicas e mercadológicas desse produto (óleo de buriti), como é o caso dessa prospecção, tornam-se relevantes. Assim, objetivou-se por meio do presente estudo realizar uma prospecção científica sobre a atividade antioxidante e/ou a aplicação alimentícia do óleo extraído do mesocarpo do buriti.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento dessa prospecção, utilizou-se a metodologia e recomendação PRISMA (Principais itens para relatar Revisões Sistemáticas e Meta-

Análise), conforme Galvão et al. (15). Essa recomendação é dividida, resumidamente, em quatro etapas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão de artigos.

Identificação e estratégias de busca de artigos – Foram efetuadas buscas, no período de março a abril de 2021, de artigos científicos que tinham como objeto de estudo a atividade antioxidante e/ou aplicação alimentícia do óleo extraído do mesocarpo do buriti, publicados entre janeiro de 2010 a dezembro de 2020. Assim, com o intuito de se recuperar o máximo de publicações, as seguintes estratégias de busca foram utilizadas: (1) "buriti" or "*Mauritia flexuosa*" and oil and "antioxidant activity" and food; e (2) "buriti" or "*Mauritia flexuosa*" and oil. A identificação dos artigos científicos foi realizada nas bases de dados: *Web of Science*, *PubMed* e *Science Direct*.

Seleção, elegibilidade e inclusão de artigos – Após a realização da busca dos artigos nas bases de dados, efetuou-se a seleção/rastreamento por meio de catalogação e remoção dos duplicados. Em seguida, fez-se a leitura dos títulos e resumos dos artigos rastreados para execução da primeira exclusão de artigos (por meio da aplicação de critérios pré-definidos). Foram excluídos da prospecção artigos: (1) com temática discordante; (2) que relatavam somente o método de extração do óleo de buriti; (3) da área cosmética e farmacêutica; (4) cujo óleo de buriti não era proveniente da polpa/mesocarpo do fruto; (6) tinham foco nos métodos de adsorção e absorção das propriedades antioxidantes do óleo de buriti; (8) e artigos de revisão, manuais, cartas ao editor e editoriais.

Sucessivamente, realizou-se a etapa de análise de elegibilidade, com leitura e análise do texto completo dos artigos resultantes e segunda etapa de exclusão, com nova aplicação dos critérios supracitados. Nessa etapa, realizou-se também o registro da razão de exclusão para cada artigo considerado não elegível e, após esse processo, obtiveram-se as publicações incluídas nessa prospecção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do mapeamento científico, foram identificados 1.056 artigos nas bases de dados investigadas e publicados no período de 2010-2020. Logo após a classificação em ordem alfabética, removeram-se 494 por estarem em duplicidade, restando-se 562 artigos. Na etapa de seleção, sucedeu-se a leitura de título e resumo dos 562 artigos científicos, levando em consideração os critérios já apontados. Dessa forma, publicações que continham a palavra óleo de buriti relacionado a atividade antioxidante ou aplicação alimentícia nos títulos e/ou resumos foram elegíveis para o trabalho. Foram também elegíveis os artigos sobre óleos vegetais amazônicos no título, mas no resumo definia o óleo de buriti como um deles. Assim, foram excluídos 546 artigos que não se enquadravam nos critérios, restando apenas 16 artigos elegíveis para avaliação.

Foi realizada a leitura do texto completo e nova aplicação dos critérios de elegibilidade desses 16 artigos, para obtenção do resultado final de pesquisas inclusas nesta prospecção. Por fim, teve-se como resultado a exclusão de quatro (4) publicações por três motivos: 1) o óleo de buriti escolhido para a pesquisa não era proveniente da polpa/mesocarpo (no caso era um óleo extraído da casca do buriti); 2) os autores detalhavam somente os métodos de adsorção e absorção; 3) não houve priorização da atividade antioxidante do óleo obtido do mesocarpo (pois a pesquisa envolvia o estudo do óleo obtido da semente também, assim, ele especificou as propriedades antioxidantes do óleo obtido da semente e não do mesocarpo). Depois de realizadas todas essas etapas, 12 artigos científicos foram inclusos nessa prospecção científica por terem sido

publicados ao longo do período de 2010 a 2020 e descreverem sobre o óleo extraído do mesocarpo do buriti, priorizando a sua atividade antioxidante e sua aplicação alimentícia.

Na Figura 1 encontram-se descritas essas etapas realizadas para o desenvolvimento da pesquisa com os respectivos resultados encontrados. Em relação aos 12 artigos incluídos, esses abordaram sobre: a atividade antioxidante, quais os benefícios, quais os compostos presentes no óleo de buriti para ser considerado antioxidante e como ele pode ser empregado na alimentação de consumidores.

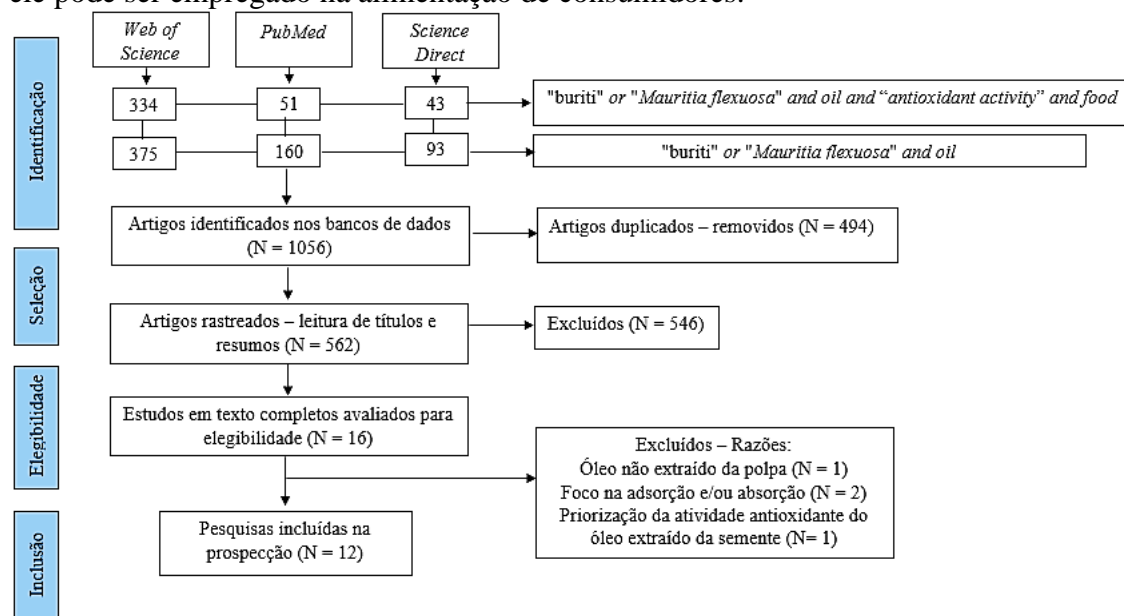


Figura 4 - Fluxograma PRISMA com os resultados obtidos nas etapas de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão de artigos científicos com óleo de buriti, sua atividade antioxidante e/ou sua aplicação alimentícia, publicados em base de dados internacionais (2010 – 2020).

Como mostrado na Figura 1, foram encontrados 12 artigos científicos, publicados ao longo do período de 2010 a 2020 e relacionados à atividade antioxidante e/ou aplicação alimentícia do óleo extraído do mesocarpo do buriti – óleo de buriti. O extrativismo do óleo de buriti é uma atividade comumente realizada por comunidades das regiões produtoras, contudo, empresas tem tomado conhecimento de seus benefícios e procurando utilizá-lo em seus produtos, principalmente na indústria de cosméticos, diferentemente da indústria alimentícia que ainda não utiliza o óleo de buriti no processo produtivo, mesmo havendo uma maior divulgação da sua importância no meio científico e aumento do número de pesquisas nos últimos anos, como evidenciado no Gráfico 1.

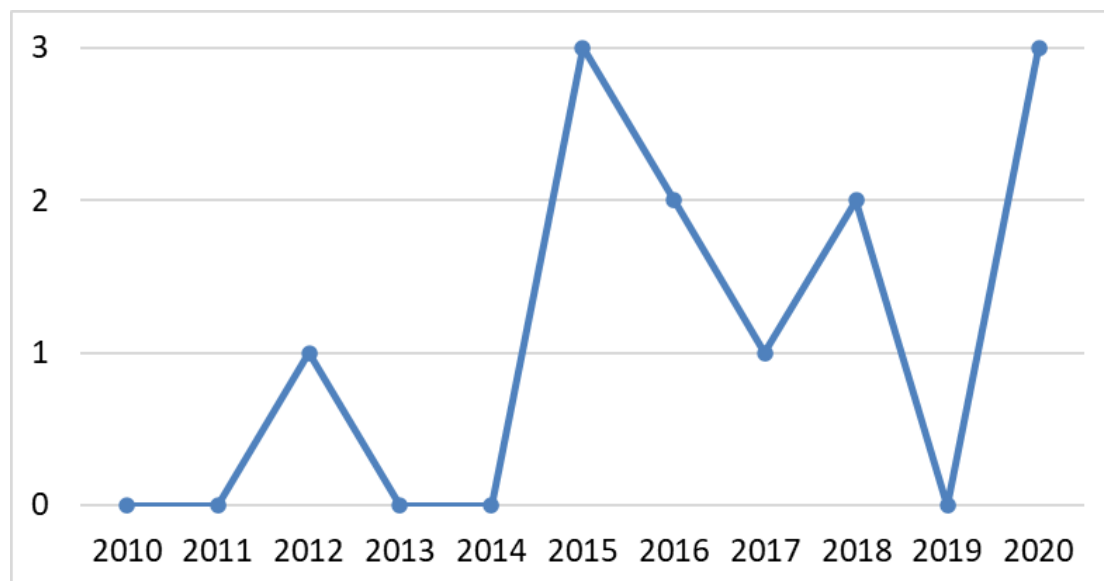


Gráfico 1 - Evolução anual de artigos científicos relacionados à atividade antioxidante e/ou aplicação alimentícia do óleo extraído do mesocarpo do buriti – óleo de buriti, presentes em base de dados internacionais, publicados no período de 2010 – 2020 e incluídos nesta pesquisa prospectiva (n = 12)

Todos os 12 artigos científicos incluídos nesta pesquisa prospectiva foram realizados no Brasil, sendo que 11 deles foram escritos em inglês (somente um foi traduzido) e um (1) em português. Os óleos de buriti ou a polpa para extração do óleo foram obtidos nos estados de Pará, Rio de Janeiro, Goiás, Piauí, Amapá, Maranhão, Ceará e São Paulo, como ilustrado no Gráfico 2.



Gráfico 2 - Estados brasileiros citados como local de origem de óleo de buriti ou a polpa para a extração do óleo em estudos de atividade antioxidante e/ou aplicação alimentícia, presentes em base de dados internacionais, publicados no período de 2010 – 2020 e incluídos nesta pesquisa prospectiva (n = 12)

Por meio da análise do Gráfico 2, é possível observar que o Pará se destacou como principal local de origem do óleo de buriti mencionado nas pesquisas incluídas nessa

prospecção. Esse fato é reflexo dos terrenos úmidos e alagados, além das amplas reservas florestais que o Estado do Pará detém, a sua produção é incentivada pelo governo, pois não somente o óleo é utilizado, mas todas as partes que compõem a palmeira, principalmente na produção de artesanato, tornando-se algo tradicional e atraindo os consumidores para essa região.

No Gráfico 3 estão apresentadas as aplicações alimentícias do óleo extraído do mesocarpo do buriti e a quantidade de autores que aplicaram o mesmo produto em seu trabalho. Quanto a aplicação alimentícia, os autores realizaram a utilização do óleo de buriti na fabricação de um produto e discutiram os benefícios que a sua adição trouxe, caracterizando-o sensorialmente, nutricionalmente e físico-quimicamente, enquanto um dos autores comentou quais os benefícios do óleo de buriti e o porquê ele pode ser aplicado na alimentação, dando alguns exemplos alimentícios.

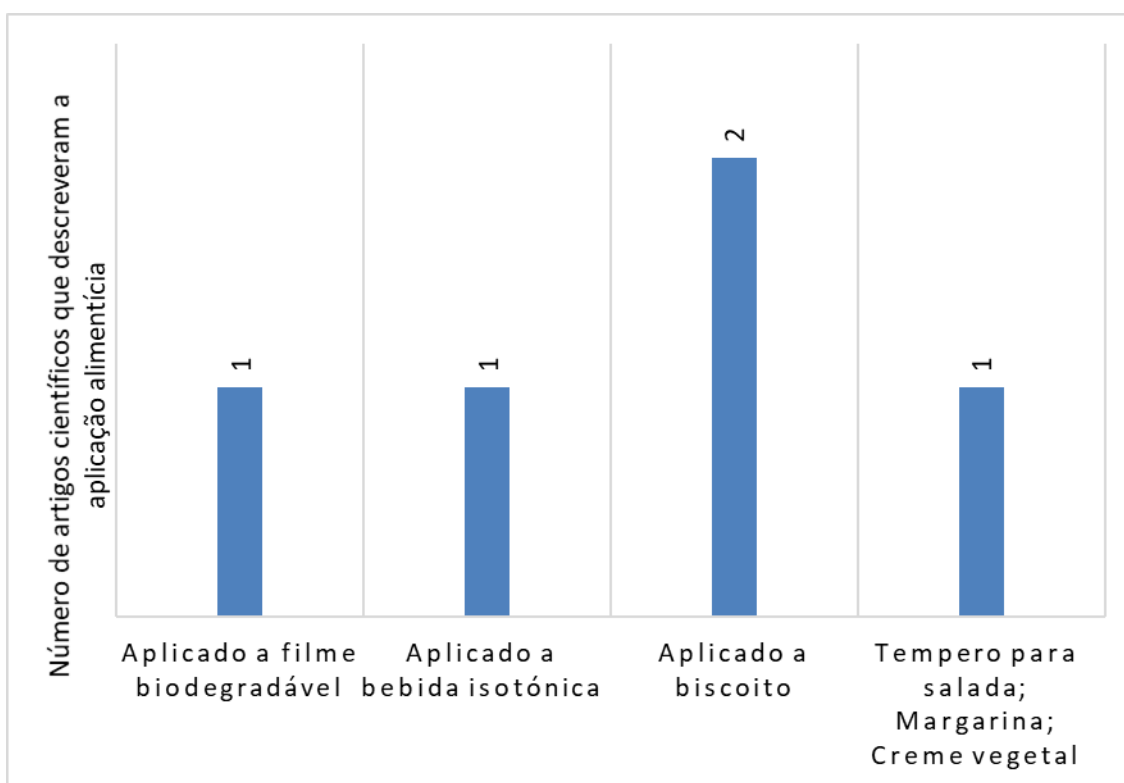


Gráfico 3 - Aplicações alimentícias do óleo extraído do mesocarpo do buriti citadas em artigos científicos presentes em base de dados internacionais, publicados no período de 2010 – 2020 e incluídos nesta pesquisa prospectiva (n = 12)

Todos os 12 artigos incluídos na pesquisa discorrem sobre a atividade antioxidante do óleo de buriti. Esse óleo possui ácidos graxos essenciais e compostos bioativos lipossolúveis, com presença significativa de carotenoides (900 mg/kg^{-1}) e vitamina E (α -tocoferol) (1.500 mg/kg^{-1}). Devido aos seus compostos, o óleo de buriti possui atividade antioxidante natural, o que confere ação no controle da oxidação lipídica, principalmente, de ácidos graxos com alto poder de poliinsaturação (20; 23; 25).

Os óleos vegetais têm propriedades antioxidantes e anticancerígena pela presença de carotenoides, como o β -caroteno, que protege contra o aparecimento de doenças cardiovasculares, inibindo o processo de oxidação lipídica de LDL. Por conta dos benefícios dos carotenoides, faz-se necessário estudos para identificação desse composto nos óleos vegetais, como por exemplo, o óleo de buriti, fonte de β -caroteno. O

enriquecimento de alimentos com fontes naturais de β -caroteno pode ser uma alternativa para a prevenção de distúrbios de hipovitaminose A, um problema recorrente na dieta da população brasileira (17).

Serra et al. (23) realizaram um estudo para determinar fontes alternativas de óleos vegetais da região amazônica, evidenciando os benefícios desses óleos para a indústria. Um dos óleos estudados foi o de buriti, o qual: contém ácidos graxos monoinsaturados e o ácido oleico (C18:1) é o mais abundante; apresenta elevada estabilidade oxidativa, em virtude da presença de ácidos graxos saturados (90% em peso) e insaturados (80% em peso), associados à antioxidantes, como tocoferóis e β -caroteno, respectivamente.

Óleos vegetais comestíveis com alto grau de insaturação, ou seja, acima de 80%, são comumente mais suscetíveis à oxidação lipídica, sendo que a presença de substâncias antioxidantes melhora a estabilidade à oxidação térmica. Na pesquisa de Serra et al. (23), o óleo de buriti exibiu excelente estabilidade à oxidação (69 h em OSI a 100°C) por apresentar porcentagem elevada de ácido oleico e alto conteúdo de tocoferóis e carotenoides, influenciando na escolha da utilização desse óleo na preparação de alguns produtos alimentares, como por exemplo aqueles que empregam calor moderado.

Silva et al. (24) desenvolveram um filme biodegradável de gelatina de peixe (GP) acrescido de óleo de buriti e relataram sobre a sua função antioxidante. Como resultado, os autores observaram que esse filme expandiu a vida útil das frutas, mantendo-as conservadas por mais tempo e reduziu efeitos indesejáveis, ocorridos pelo tempo, em suas propriedades nutricionais. Esse filme biodegradável elaborado apresentou valores médios de 8,04 MPa para TR (resistência à tração), $0,38 \times 10^{-10} \text{ g} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-1}$ para WVP (permeabilidade ao vapor de água) e 24,77 μmol de TE/g para atividade antioxidante. Segundo os pesquisadores, nessas condições, esse filme biodegradável com óleo de buriti apresenta baixo WVP, alto TR e alta atividade antioxidante.

De acordo com Cruza et al. (25), quanto à composição, o óleo de buriti contém antioxidantes e frações de fibras alimentares. A atividade antioxidante do óleo extraído do mesocarpo do buriti está relacionada à presença de compostos bioativos que preservam a iniciação da cadeia por ligação de oxigênio ou íons de metal catalítico para atrasar a oxidação, decompõem os peróxidos, previnem a abstração contínua de hidrogênio e eliminam os radicais protegendo contra danos oxidativos ao DNA, proteínas e lipídios (20).

O óleo de buriti é rico em carotenoides, sendo a principal fonte desse composto. Contudo, Santos et al. (17) ao identificarem compostos bioativos em óleos vegetais amazônicos, encontraram maiores valores de carotenoides em óleo extraído da tucumã ($1000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) do que no óleo extraído de buriti ($540,81 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Isso pode ser explicado por vários fatores como: a variabilidade e/ou estágio de amadurecimento das frutas, a região de proveniência e um maior ou menor extensão do procedimento de extração.

Speranza et al. (20) comentaram que o óleo de buriti é uma das fontes mais ricas de β -caroteno já conhecida ($781,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) e a sua cor laranja-avermelhado é devido à presença desse composto. O teor total de carotenoides no óleo de buriti pode variar dependendo do grau de maturação, fatores agrônômicos, procedimento de extração e sua seleção varietal.

Os carotenoides e os flavonoides possuem atividade antioxidante e o óleo de buriti apresenta esses compostos bioativos. Dentre os principais carotenoides aparece o β -caroteno, ele tem um papel importante na prevenção de algumas doenças, como o câncer. A ingestão de $0,6 \mu\text{g}$ de β -caroteno pode equivaler a uma unidade internacional de

vitamina A (VA). Na pesquisa de Oliveira et al. (26), o valor de carotenoides foi de 999,60 $\mu\text{g/g}$ de óleo, 31,81 % desse valor é de β -caroteno, com 317,99 $\mu\text{g/g}$ de óleo. O valor de flavonoides e antocianinas foi de 59,86 e 6,40 $\mu\text{g/g}$ respectivamente. Esses compostos podem auxiliar na prevenção do estresse oxidativo, além de tornar o óleo de buriti um alimento com propriedades funcionais.

Existem espécies reativas de oxigênio que quando presentes em altas concentrações no organismo, podem causar danos celulares, como nas proteínas e DNA, induzindo a doenças. Certas frutas e seus óleos vegetais com propriedades antioxidantes têm sido considerados importantes para o combate desses danos, como o composto tocoferol, um isoprenóide originário do precursor isopentenil difosfato, o qual é sintetizado por plantas e outros organismos fotossintéticos. O óleo de buriti, por exemplo, é utilizado como recurso alimentar e com finalidades medicinais, apresenta taxas de triacilglicerídeos, ácidos graxos livres e α - e β -tocoferóis (19).

A atividade antioxidante nos alimentos pode ser influenciada por diversos fatores, como: condições de oxidação e o estágio em que se encontra, a formação e estabilidade dos radicais, a possível localização de antioxidantes e a estabilidade em diferentes estágios de processamento. Os agentes quelantes reduzem a disponibilidade de metais de transição e inibem reações em cadeia oxidativa por radicais em sistemas biológicos ou alimentares, o que melhora a saúde, a qualidade, a estabilidade e a segurança alimentar. O óleo de buriti tem atividade antioxidante primária moderada e boa quelação de íons de ferro, apresentando também atividade antibacteriana, podendo ser utilizado em associação com antibióticos (27).

A indústria alimentícia busca por métodos de conservação ou de proteção dos nutrientes dos alimentos, pois a matéria-prima passa por diversos processos tecnológicos para chegar ao consumidor, nesse meio tempo, pode-se sofrer algumas modificações ou perdas de nutrientes, principalmente em frutas. Assim, o buriti, ao extrair o óleo, pode sofrer transformações ou anulação de seus compostos. Os compostos bioativos presentes no óleo de buriti podem ser relevantes para o desenvolvimento de alimentos nutritivos.

O óleo de buriti é apontado como um alimento nutricional de alta qualidade, devido a presença do ácido oleico e linoleico, fornecendo interessantes propriedades dietéticas saudáveis, prevenindo doenças cardiovasculares, na formação de células nervosas, doenças neurodegenerativas, câncer, entre outros (23; 25). Na pesquisa de Serra et al. (23), o óleo de buriti apresentou teores de peróxido e acidez aceitáveis (15 mgEq.kg^{-1} para óleos prensados à frio/virgens ou óleos de palma virgem e 4,0 a 10 mg KOH.g^{-1} , respectivamente). A baixa acidez é desejável na indústria alimentícia, o seu ponto de fusão do óleo foi de 25,1°C.

Bovi et al., (22) desenvolveram uma bebida isotônica esportiva com incorporação de nanoemulsões de óleo de buriti e conseguiram concentrar e reduzir as perdas dos seus compostos bioativos. A tecnologia de nanoemulsões tem ganhado espaço na área de alimentação, pois promove uma melhor proteção dos aditivos alimentares e o transporte de compostos lipofílicos (como antioxidantes, drogas, sabores, agentes antimicrobianos e nutracêuticos). A incorporação dessas nanoemulsões em alimentos é vantajosa, uma vez que elas causam mudanças na textura, no sabor e na coloração do produto alimentício. O óleo de buriti tem propriedade antioxidante poderosa, tornando-se um candidato em potencial para a prevenção de lipoproteína de baixa densidade.

A Deficiência de Vitamina A (DVA) é um problema de saúde pública que afeta de maneira expressiva a saúde das crianças, por esse motivo, o consumo de alimentos que sejam fontes de VA torna-se essenciais para o combate dessa insuficiência nutricional. O

percentual de ingestão de VA é inferior à quantidade necessária para esse nutriente. Existem estratégias a qual podem ser utilizadas para extinguir o déficit dessa vitamina, um deles é a fortificação e suplementação alimentar. O óleo de buriti é considerado a maior fonte de carotenoides em comparação com outros vegetais, além de conter VA, possibilitando sua aplicação para combate de DVA (16).

Os autores de todos os artigos científicos incluídos nessa prospecção analisaram o perfil quantitativo e qualitativo dos compostos bioativos presentes no óleo de buriti. As diferenças encontradas entre as pesquisas devem-se, por exemplo: à variedade, ao local de coleta e ao método de extração. Todos os artigos confirmaram a atividade antioxidante do óleo de buriti, uma característica propícia para a indústria de alimentos e que também pode atrair a atenção dos consumidores que adotam alimentos mais saudáveis.

Em relação aos óleos vegetais, diversos autores relataram que o óleo de buriti é a principal fonte de β -caroteno, exceto Santos et al. (17), que encontraram valores maiores no óleo de tucumã, entretanto, confirmam que a concentração de óleo de buriti em produtos alimentícios, pode suprir as necessidades diárias básicas. O alto teor de vitaminas A, C e E agregam uma vantagem a esse produto, pois o consumo pode influenciar no crescimento, no fortalecendo das defesas do corpo, prevenir doenças, regular o colesterol, além de ter ação antioxidante. Por outra parte, o óleo de buriti apresenta outras vantagens como antibacteriano, de tal modo que o seu consumo pode ocasionar uma ativação no metabolismo oxidativo, levando a geração de espécies reativas ao oxigênio, liberando radicais livres e conseqüentemente, a atividade microbica.

A Tabela 1 exhibe dados desses 12 artigos, como título, ano de publicação e os principais resultados dos autores incluídos nessa pesquisa prospectiva sobre a atividade antioxidante e/ou aplicação alimentícia do óleo extraído do mesocarpo do buriti.

Tabela 8 - Artigos científicos relacionados à atividade antioxidante e/ou aplicação alimentícia do óleo extraído do mesocarpo do buriti – óleo de buriti, presentes em base de dados internacionais, publicados no período de 2010 – 2020 e incluídos nesta pesquisa prospectiva (n = 12)

Título	Principais Resultados
Processamento de biscoitos adicionados de óleo de buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L.): uma alternativa para o consumo de alimentos fontes de vitamina A na merenda escolar 2012 (16)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Concentração maior de vitamina A no cookie B3 (biscoito 3), que continha 15,0% de óleo de buriti; ▪ Não tiveram diferença significativa nas notas de aceitação global na análise sensorial feita com crianças de uma escola (7 a 10 anos).
Carotenoid composition in oils obtained from palm fruits from the Brazilian Amazon (17)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O estudo mostra resultados diferentes de outros autores, que as concentrações de carotenoides nos óleos são muito maiores em óleo de tucumã do que no óleo de buriti.
Flavored Buriti Oil (<i>Mauritia flexuosa</i> , Mart.) for Culinary Usage: Innovation, Production and Nutrition Value (18)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O principal ácido graxo encontrado foi o ácido oleico (77,23%); ▪ O ácido palmítico é o segundo, com 11,90%; ▪ Diferentes testes sensoriais entre três formulações de óleo de buriti aromatizado demonstraram que os juízes foram capazes de detectar diferenças no nível de significância de 5% em relação à cor, aroma e sabor entre as formulações 2-3 e 1-3 porque houve mais de 15 respostas corretas entre os 30 juízes.

<p>Integrative Approach Using GC-MS and Easy Ambient Sonic-Spray Ionization Mass Spectrometry (EASI-MS) for Comprehensive Lipid Characterization of Buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>) Oil (19)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O óleo de buriti virgem testado não apresentou atividade antimicrobiana contra as bactérias e fungos testados, mesmo com sua diversidade de substâncias químicas; ▪ O óleo de buriti virgem não apresentou atividade antimicrobiana contra as cepas testadas; ▪ Foram identificados ácidos graxos, ésteres, alcanos, fitoesteróis e tocoferóis no Cromatogramas de corrente iônica obtidos para o buriti óleo. Os ácidos palmítico e oleico foram os compostos mais abundantes observados para o óleo de buriti por GC-MS. Também foram detectados ácido esteárico, ésteres metílicos.
<p>Amazonian Buriti oil: chemical characterization and antioxidant potential (20)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O óleo de buriti é muito rico em ácido oleico (65,6%); ▪ Obtiveram alto conteúdo em ácidos oleico (65,6%) e palmítico (19,2%), que são os dois principais ácidos graxos em óleo de buriti; ▪ Este óleo é particularmente rico em tocoferóis (2364,1 mg/kg).
<p>Intake of cookies made with buriti oil (<i>Mauritia flexuosa</i>) improves vitamin A status and lipid profiles in young rats (21)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O biscoito com óleo de buriti é rico em β-caroteno ($17,16 \pm 0,23$ mg por 100 g); ▪ 1 μg de atividade de retinol é equivalente a 12 μg de β-caroteno, o consumo de 50 g de biscoito com óleo de buriti (quatro unidades) forneceria mais de 100% da ingestão de vitamina A para adultos e para crianças; ▪ O consumo de cookies feitos com óleo de buriti dá suporte no crescimento e ganho de peso de ratos sem aumentar o Índice de Massa Corporal; ▪ O óleo de buriti é uma alternativa eficaz para aumentar os níveis de vitamina A na dieta; ▪ O consumo de biscoitos com óleo de buriti em 28 dias não alterou os níveis de glicose no sangue ou parâmetros antropométricos, mas reduziu o colesterol total e LDL em ratos jovens saudáveis.
<p>Feasibility of incorporating buriti (<i>Mauritia flexuosa</i> L.) oil nanoemulsions in isotonic sports drink (22)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A diminuição nos carotenóides totais foi de 79,1%, 73,5% e 73,7% para as formulações A, B e C, respectivamente; ▪ O α-tocoferol é usado como um “protetor” do β-caroteno na tecnologia de nanoemulsões; ▪ A formulação escolhida para ser adicionada na bebida esportiva isotônica era a formulação C (proporção de massa β-caroteno: α-tocoferol 1:1) pois essa formulação apresentou bom desempenho na proteção do β-caroteno e das curvas de distribuição do tamanho das gotículas durante o período de armazenamento; ▪ Apesar das condições de estresse (altas temperaturas), nenhuma separação de fase foi observada durante o período de armazenamento de 38 dias da bebida;

	<ul style="list-style-type: none"> Os resultados da análise sensorial indicaram que a incorporação das nanoemulsões em bebidas isotônicas são possíveis, embora modificações na formulação da idade da bebida ainda sejam necessárias para uma melhor aceitação.
<p>Alternative sources of oils and fats from Amazonian plants: Fatty acids, methyl tocots, total carotenoids and chemical composition (23)</p>	<ul style="list-style-type: none"> O teor de ácidos graxos monoinsaturados foi maior no óleo de buriti [...] em relação a outros óleos estudados, e o ácido oleico foi o ácido graxo mais abundante; Gordura de óleo de buriti apresentaram alta estabilidade oxidativa devido aos seus altos teores de ácidos graxos saturados e insaturados associados a antioxidantes, como tocoferóis e βcaroteno, respectivamente; 58,3% e 66,6% das amostras estavam em conformidade para peróxido e acidez, respectivamente, incluindo gordura de cupuaçu e buriti, babaçu e óleos de castanha do Brasil; O ponto de fusão do óleo de buriti foi de 25,1°C; O óleo de buriti apresentou cor laranja com 63,0 unidades amarelas e 40,0 unidades vermelhas devido à presença de βcaroteno; A quantidade encontrada e metil-tocois para óleo de buriti foi de 1.511,01 mg.kg. Óleo de buriti, óleo de foi um dos óleos com as melhores fontes de vitamina E. Em termos de isômeros de metil tocol, o óleo de buriti apresentou todos os tocoferóis e δtocotrienol. Os isômeros encontrados nas maiores concentrações foram β-tocoferol e α-tocoferol, que juntos representaram cerca de 80% do total de metil-tocóis; O óleo de buriti exibiu excelente estabilidade à oxidação (69 h em OSI a 100 ° C) devido à alta porcentagem de ácido oleico e alto conteúdo de tocoferóis e carotenoides.
<p>Development and optimization of biodegradable fish gelatin composite film added with buriti oil (24)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Os valores de atividade antioxidante variaram de 23,28 a 4,50 μmol de TE/g; O aumento da concentração de óleo de buriti do ponto central leva a maiores níveis de atividade antioxidante, corroborando a presença de compostos antioxidantes no óleo; Filmes compostos de material antioxidante podem expandir a vida útil das frutas, tendo maior período de conservação e reduz os efeitos indesejáveis nas suas propriedades nutricionais; O filme biodegradável com óleo de buriti apresentou 18,92% de umidade e atividade de água igual a 0,45; O óleo de buriti foi responsável pela coloração amarela do filme de gelatina de peixe.
<p>Buriti (<i>Mauritia Flexuosa</i> L.) pulp oil as an immunomodulator</p>	<ul style="list-style-type: none"> O índice de acidez do óleo de buriti foi próximo a 17,44 mg KOH/g de óleo;

against enteropathogenic <i>Escherichia coli</i> (25)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obtiveram o valor 0,062 meq/1000 g de óleo para o índice de peróxido; ▪ O perfil de ácidos graxos encontrado foi de 73,05% de ácidos graxos monoinsaturados, em particular ácido oleico (72,23%), foi encontrado também ácidos graxos polinsaturados (1,66%) e ácidos graxos saturados, que representou 25,26% do óleo de buriti, sendo o ácido palmítico o mais proeminente (22,18%); ▪ O teor total de carotenoides encontrado para o óleo de buriti foi de 760,5µg de β caroteno/g de óleo; ▪ O valor da capacidade antioxidante do extrato hidrofílico foi de 70,92 µmol eq de Trolox/g de óleo e o valor encontrado para a capacidade antioxidante do extrato lipofílico foi de 0,22 µmol eq de Trolox/g.
Buriti Oil: Nutritional Quality Index and Antioxidant and Antidiabetic Effect (26)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A extração do óleo de buriti rendeu 6,27 % (200 mL); ▪ O índice de refração foi 1,465; ▪ A umidade foi 0,44%; ▪ O índice de acidez foi 1,821 mg KOH/g de óleo; ▪ A acidez foi 0,915%; ▪ O índice de saponificação foi 203,39; ▪ O valor de ácidos graxos ômega-3 (ω3) e ômega-6 (ω6) foi 1,35; ▪ Carotenoides totais obteve o valor de 999,60 µg/g de óleo, 31,81 % desse valor é de β-caroteno (317,99 µg/g de óleo); ▪ Os flavonoides e antocianinas foram de 59,86 e 6,40 µg/g, respectivamente.
Chemical characterization and evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of the pulp oil of fruits of <i>Mauritia flexuosa</i> L. f. (27)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A análise por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa permitiu identificar 97,39% dos constituintes do óleo de polpa de frutos de <i>M. flexuosa</i>; ▪ Ácidos graxos saturados obteve valor de 80,44% e ácidos graxos insaturados com 16,95%; ▪ Ácido esteárico (49,51%), ácido palmítico (22,14%) e ácido oleico (16,58%).

Como o extrativismo do buriti ainda é pouco abrangente e realizado por pequenos agricultores, não se tem uma valorização proporcional aos diversos benefícios que a sociedade pode tirar da sua fruta, isso inclui o óleo, assim como as análises dos autores, ele pode agregar valores aos alimentos, como maior tempo de conservação, cor e sabor distintos, facilidade de utilização, aproveitamento nutricional e reduzir a carência de nutrientes essenciais. O óleo de buriti pode ser empregado em alimentos que não precisem passar por processo de aquecimento muito abrangente, como também fazer parte da produção de emulsões.

Esse estudo de prospecção averiguou que ainda existem poucas pesquisas envolvendo a aplicação do óleo de buriti em alimentos, mesmo que tenha uma quantidade significativa de publicações que contribuíram para ressaltar os seus benefícios, por isso, o incentivo a escolha dessa linha de pesquisa, empregando o óleo de buriti em produtos

alimentícios e agregando valor ao mesmo, pode conseguir ampliar a gama de artigos sobre essa temática, de certa maneira que, com o tempo, várias pesquisas podem valorizar e estimular o consumo desse óleo e podem incitar a indústria de alimentos a produção em escala industrial.

CONCLUSÕES

Por meio da análise dos resultados, pode-se concluir que:

- O número de investigações científicas desenvolvidas nos últimos dez anos (2010-2020) e relacionadas à atividade antioxidante e/ou aplicação alimentícia do óleo extraído do mesocarpo do buriti (*Mauritia flexuosa* L.) é incipiente;
- A atividade antioxidante do óleo extraído do mesocarpo do buriti tem sido estudada e comprovada em artigos científicos;
- O óleo extraído do mesocarpo do buriti: possui atividade antioxidante associada a sua riqueza em compostos fenólicos lipídicos e carotenoides e presença de ácidos graxos (como ácido palmítico, esteárico, ômega 6 e o ômega 9), tocoferóis, flavonoides, antocianinas, vitaminas A, C e E; é o óleo vegetal mais rico em β -caroteno.
- O óleo extraído do mesocarpo do buriti: ainda tem sido pouco explorado em pesquisas de processos tecnológicos da área alimentícia; pode ser aplicado como tempero de salada, componente de emulsão, na produção de margarinas, cremes vegetais; pode ser adicionado em filmes biodegradáveis para conservação e ação antioxidante; ser transformado em nanoemulsão e incluso em bebidas para que os seus compostos fiquem mais concentrados e não tenham perdas no processo de fabricação.

O cenário atual revela elevada possibilidade de aplicações do óleo extraído do mesocarpo do buriti no desenvolvimento de novos produtos tecnológicos alimentícios, por sua ampla potencialidade em diversos compostos benéficos ao ser humano. No entanto, a pesquisa prospectiva verifica que mesmo expondo os benefícios do óleo obtido do mesocarpo do buriti para os consumidores, até então não se tem uma quantidade variada de trabalhos envolvendo a aplicação alimentícia do óleo. Assim, o esforço para instigar os pesquisadores a desenvolver estudos aplicando o óleo de buriti em produtos alimentares pode valorizar a sua matéria-prima.

REFERÊNCIAS

1. Cardoso IRM, Zuniga ADG, Fronza P, Maciel AG, Ferreira JS. Elaboration of a cereal bar enhanced with flour of buriti pulp (*Mauritia flexuosa* L.). J. Bioen. Food Sci. 2017;4(2):99-106.
2. Hamacek FR, Della Lucia CM, Silva BP, Moreira AVB, Pinheiro-Sant'ana HM. Buriti of the cerrado of Minas Gerais, Brazil: physical and chemical characterization and content of carotenoids and vitamins. Food Sci. Technol. 2018; 38(1):263-269.
3. Pereira-Freire JÁ, Oliveira GLS, Lima LKF, Ramos CLS, Arcanjo-Medeiros SR, Lima ACS et al. In vitro and ex vivo chemopreventive action of *Mauritia flexuosa* products. Evid.-based Complement. Altern. Med. 2018;2018.
4. Reis AF, Schmiele M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. Braz. J. Food Technol. 2019;22:1-12.

5. Negri TC, Berni PRA, Brazaca SGC. Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. *Biosaúde*. 2016;18(2):82-96.
6. Vieira IR, Oliveira JS, Santos KPP, Silva GO, Vieira FJ, Barros RFM. A contingent valuation study of buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) in the main region of production in Brazil: is environmental conservation a collective responsibility? *Acta bot. bras.* 2016;30(4):532-539.
7. Freitas MLF, Chisté RC, Polachini TC, Sardella LACZ, Aranha COM, Ribeiro APB et al. Quality characteristics and thermal behavior of buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil. *Grasas y Aceites*. 2017;68(4):e220-e220.
8. Pessoa PAP. Avaliação das propriedades do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) e sua aplicação em creme vegetal [tese]. São José do Rio Preto: UNESP, 2017.
9. Pérez MM, Gonçalves ECS, Salgado JCS, Rocha MS, Almeida PZ, Vici AC et al. Production of omegas-6 and 9 from the hydrolysis of açai and buriti oils by lipase immobilized on a hydrophobic support. *Molecules*. 2018;23(11):3015.
10. Tauchen J, Bortl L, Huml L, Miksatkova P, Doskocil I, Marsik P et al. Phenolic composition, antioxidant and anti-proliferative activities of edible and medicinal plants from the Peruvian Amazon. *Rev. Bras. de Farmacogn.* 2016; 26:728-737.
11. Moura Filho JM. Preparado de buriti (*Mauritia flexuosa* L.): produção, caracterização e aplicação em leite fermentado [tese]. São José do Rio Preto: UNESP, 2017.
12. Pereira AS, Alves HP, Sousa CM, Costa GLS. Prospecção sobre o conhecimento de espécies amazônicas - inajá (*Maximiliana maripa* Aublt.) e bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). *Rev. Geintec*. 2013; 3(2):110-122.
13. Santana MFS, Lima AKVO, Mourão M. Avaliação prospectiva do açai: análise através dos pedidos de patentes e referências bibliográficas. *Rev. Geintec*. 2014;4(1):437- 452.
14. Nascimento TG, Cedrim PCAS, Silva SMA, Moura MABF, Reys DN, Silva RC et al. Produção científica e prospecção tecnológica da *Euterpe oleracea* (Açai) associada a síndrome metabólica. *Rev. Espacios*. 2017;38(44):21.
15. Galvão TF, Pansani TSA, Harrad D. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2015;24(2):335-42.
16. Aquino JS, Pessoa DCNP, Oliveira CEV, Cavalheiro JMO, Stamford TLM. Processamento de biscoitos adicionados de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.): uma alternativa para o consumo de alimentos fontes de vitamina A na merenda escolar. *Rev. Nutr.* 2012;25(6):765-774.
17. Santos MFG, Alves RE, Roca M. Carotenoid composition in oils obtained from palm fruits from the Brazilian Amazon. *Grasas y Aceites*. 2015;66(3):e086.
18. Manhães L, Menezes E, Marques A. Srur, A. S. Flavored buriti oil (*Mauritia flexuosa*, Mart.) for culinary usage: innovation, production and nutrition value. *J. Culin. Sci. Technol.* 2015;13(4):362-374.
19. Bataglioni GA, Silva FMA, Santos JM. Barcia, M. T.; Godoy, H. T.; Eberlin, M. N. et al. Integrative approach using GC-MS and easy ambient sonic-spray ionization mass spectrometry (EASI-MS) for comprehensive lipid characterization of buriti (*Mauritia flexuosa*) oil. *J. Braz. Chem. Soc.* 2015;26(1):171-177.

20. Speranza P, Falcão AO, Macedo JÁ, Silva LHM, Rodrigues AMC, Macedo GA. Amazonian buriti oil: chemical characterization and antioxidant potential. *Grasas y Aceites*. 2016;67(2): e135.
21. Aquino JS, Vasconcelos MHA, Pessoa DCNP, Soares JKB, Prado JPS, Mascarenhas RJ et al. Intake of cookies made with buriti oil (*Mauritia flexuosa*) improves vitamin A status and lipid profiles in young rats. *Food Funct*. 2016;7(10):4442-4450.
22. Bovi GG, Petrus RR, Pinho, S. C. Feasibility of incorporating buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil nanoemulsions in isotonic sports drink. *Int. J. Food Sci. Technol*. 2018;52(10):2201-2209.
23. Serra JL, Rodrigues AMC, Freitas RA, Meirelles AJA, Darnet SH, Silva LHM. Alternative sources of oils and fats from Amazonian plants: Fatty acids, methyl tocols, total carotenoids and chemical composition. *Int. Food Res*. 2019;116:12-19.
24. Silva DA, Pena RS. Thermodynamic properties of Buriti (*Mauritia flexuosa*) tree gum. *Food Sci. Technol*. 2018;38(3):390-398.
25. Cruza MB, Oliveira WS, Araújo RL, França ACH, Pertuzatti PB. Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) pulp oil as an immunomodulator against enteropathogenic *Escherichia coli*. *Ind Crops Prod*. 2020;149.
26. Oliveira RMM, Pereira FT, Pereira EC, Mendonça CJS. Óleo de buriti: índice de qualidade nutricional e efeito antioxidante e antidiabético. *Rev. Virtual Quim*. 2020;12(1):1-11.
27. Nonato CFA, Leite DOD, Carvalho NKG, Lima SG, Rodrigues FFG, Costa JG. M. Chemical characterization and evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of the pulp oil of fruits of *Mauritia flexuosa* L. *Bol. Latinoam. Caribe Plantas Med. Aromat*. 2020;19(4):408-419.

CARACTERÍSTICAS DO CUPUAÇU E POTENCIAL NUTRICIONAL E FUNCIONAL DAS SEMENTES PARA A AGROINDÚSTRIA

Andressa Araújo de Souza ; **Fabiane Macêdo Baraúna** ; **Vanessa Vieira Moraes** ; **Jerusa de Souza Andrade** ; **Joana Maia Mendes** ; **Patrick Gomes de Souza** ; **Antonio Augusto Marques Rodrigues** *

*Autor correspondente Email: antonioaugustomr@yahoo.com.br

Resumo: A Amazônia compreende a floresta tropical mais biodiversificada do mundo e dentre as espécies vegetais nativas exploradas da Amazônia encontra-se o cupuaçuzeiro que é cultivado nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia e Maranhão. O cupuaçu possui um grande valor econômico para a região Amazônica, porém ainda há um desperdício significativo de partes da fruta não utilizado pela indústria devido sua utilização se concentrar apenas em produtos oriundos de sua polpa. E com isto, o presente trabalho tem o objetivo de elucidar sobre as características do cupuaçu e sobre formas de utilização e importância nutricional de sua semente. As sementes são resíduos do processo de extração da polpa de cupuaçu, e em sua grande maioria ainda não são aproveitadas para formulação de alimentos industrializados, mesmo com diversas pesquisas científicas já realizadas a fim de fornecer conhecimento tecnológico para implementação industrial desta matéria-prima. As sementes são um material com excelentes propriedades nutritivas, tais como minerais, vitaminas, proteínas, antioxidantes e fenóis. Diversos estudos mostram o potencial para o desenvolvimento de produtos como o cupulate, farinhas, biscoitos e cremes. E como visto, pelo potencial que apresenta a semente do cupuaçu, ela deve ser mais observada pela indústria alimentícia, principalmente em relação ao seu potencial nutricional, visto que a sociedade brasileira atual passou a buscar melhores hábitos de vida e a alimentação é um dos principais pontos nessa busca.

Palavras-chave: propriedades nutritivas; resíduo; *Theobroma grandiflorum*

INTRODUÇÃO

A Amazônia compreende a floresta tropical mais biodiversificada do mundo e dentre as espécies vegetais nativas exploradas da Amazônia encontra-se o cupuaçuzeiro que é cultivado nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, e Maranhão (1). É considerada uma das melhores e mais promissoras árvores fruteiras da Amazônia. O cupuaçu vem se destacando como um dos frutos regionais amazônicos de intensa divulgação no território brasileiro e com grande potencial para a industrialização (2).

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng.) Schum) é uma das 22 espécies do gênero *Theobroma*, do qual o cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) é a espécie economicamente mais importante. Pertencente à família Sterculiaceae, é uma fruteira da floresta tropical úmida onde ocorre normalmente como um componente do estrato

intermediário, chegando a atingir o dossel (3). No Brasil em 2017 o valor da produção de cupuaçu foi de R\$ 54,8 milhões (reais, BRL) (ca. 9,2 M € ao câmbio médio de 2020), dos quais R\$ 41,4 milhões foram produzidos na região Norte e R\$ 11,2 milhões foi o valor estimado da produção para a região Nordeste, sobrando apenas mais 2,1 milhões a serem distribuídos entre as regiões Centro-Oeste e Sudeste. O inestimável valor econômico dessa fruta endógena baseia-se na industrialização e comercialização de polpa, que é muito apreciada em sucos, cremes, sorvetes, doces em pasta, receitas de confeitaria (por exemplo, bolos e biscoitos), entre muitas outras formas de consumo e aplicações industriais (4).

Apesar das sementes chegarem a um percentual próximo aos 20%, as mesmas são praticamente descartadas no beneficiamento do fruto. No entanto, as sementes do cupuaçu possuem características botânicas e propriedades químicas parecidas com as do cacau, o que possibilita a fabricação de produtos similares ao chocolate (2).

Recentemente, os consumidores têm buscado adotar um estilo de vida saudável e dessa forma a indústria alimentícia vem estudando formas de incorporar ingredientes mais saudáveis e que possam auxiliar na redução calórica, de gordura e açúcares, agregando valor nutricional ao produto (5). E com a alta demanda real por frutas tropicais e produtos à base de frutas, a indústria agroalimentar vem buscando soluções para o aproveitamento e valorização das sementes de cupuaçu, altamente ricas em gorduras, proteínas, minerais, compostos bioativos e muitos outros nutrientes, mas que muitas vezes são descartados e acabam como lixo, apesar desses atributos nutricionais e funcionais de alto potencial para a agroindústria (4).

E com isto, o presente trabalho trata-se de uma revisão de literatura com objetivo de elucidar sobre as características do cupuaçu e sobre formas de utilização e importância nutricional de sua semente.

BIODIVERSIDADE DA AMAZÔNIA

A biodiversidade é definida como o conjunto de todas as espécies de seres vivos existentes em determinada região ou época. A biodiversidade da Amazônia brasileira é um dos recursos mais preciosos, tanto para região, como também para o país e o mundo, e apresenta um elevado potencial para o desenvolvimento de novas tecnologias e bioprodutos. Apesar disso, faz-se necessário o uso sustentável desta biodiversidade, pois esse patrimônio é uma reserva de valor por suas possíveis utilizações, além dos benefícios sociais e econômicos que pode trazer. Uns dos exemplos da demanda por biodiversidade e bioprodutos estão nas indústrias fitoterápica e farmacêutica, de cosméticos (dermocosméticos), de enzimas, além da indústria de alimentos e bebidas(6).

No domínio brasileiro da região amazônica, avalia-se que cerca de 70% das espécies existentes ainda não foram identificadas. Todavia, o uso e o conhecimento das espécies vegetais da região para distintos fins compõem uma prática antiga por parte das suas populações tradicionais. Ultimamente, novos projetos e alguns empreendimentos pioneiros têm sido capazes de combinar um esforço de pesquisa científica, sobretudo na área biotecnológica, com as suas várias possibilidades de aplicações para o aproveitamento e o desenvolvimento industrial de uma série de bioprodutos de modo sustentável (6).

A Amazônia apresenta ampla diversidade de habitats, o que se traduz em enorme riqueza de plantas, animais e fungos, oferecendo ao bioma o status de maior reserva de

biodiversidade do planeta. Estimativas atuais indicam que podem haver mais que 16.000 espécies de árvores na Amazônia, das quais menos de um quarto foi descrito cientificamente (7). Na Amazônia Brasileira encontra-se significativa diversidade de espécies frutíferas relativamente bem conhecidas, no que diz respeito aos aspectos botânicos, porém, pouco analisadas no que se refere às características agroeconômicas e agroindustriais (8).

De modo geral, existe significativa variabilidade de produtos extrativistas explorados nos estados amazônicos, cada um com sua importância econômica e peculiaridades na cultura alimentar regional, que se distinguem de acordo com a realidade de cada estado. No Pará, se destaca o açaí, a pupunha, a castanha-do-Brasil, a borracha e o tucumã; no Amazonas se destacam a piaçava, o tucumã, a castanha-do-Brasil e o açaí; no Maranhão o babaçu, o açaí e a pupunha; no Acre a borracha e a castanha-do-Brasil e no estado do Tocantins o babaçu (9).

O camu-camu (*Myrciaria dubia*) é outro representante da biodiversidade amazônica, e vários estudos apontam sua característica funcional. Esse fruto se destaca devido à sua alta capacidade antioxidante e seu perfil fitoquímico, que contém níveis significativos de vitamina C e compostos fenólicos, como o ácido elágico e as antocianinas (10, 11).

Além do camu-camu, outros frutos apresentam potencial nutricional como bacuri (*Platonia insignis*), biribá (*Annona mucosa*), camapu (*Physalis angulata*), uxi (*Endopleura uchi*), inajá (*Attalea maripa*), tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) e pajura (*Couepia bracteosa*) são ricos em vitaminas, aminoácidos, minerais, fibras e possuem um nível considerável de compostos bioativos. Entretanto, existe uma escassez em relação às pesquisas científicas relacionadas aos seus constituintes, contribuindo com a precariedade de alternativas para aplicações tecnológicas envolvendo estes. Por outro lado, o açaí (*Euterpe oleracea*), buriti (*Mauritia flexuosa*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) já são bastante utilizados na indústria alimentícia (6).

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), é fruto muito apreciado, além das diversas formas de consumo pode ser utilizado como pasta ou creme, semelhante ao chocolate, conhecida internacionalmente como “cupulate” (12). A polpa exibe polifenóis antioxidantes, incluindo flavonas, flavonóis, catequinas e protoantocianidina (13, 14), além de ser fonte potencial de fibra alimentar (0,50% a 2,12%), principalmente de fibra solúvel e por conter quantidade considerável de amido e de pectina (15).

CUPUAÇU

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) é um dos mais importantes frutos amazônicos, sendo originário do Sudeste e Sul da Amazônia, apreciado por sua polpa ácida e aroma intenso. O cupuaçu é um produto de enorme potencialidade mercadológica. Pode-se inferir que, a médio prazo, é o que se demonstra como mais promissor para a comercialização da polpa e de outros produtos (4).

A árvore, o cupuaçuzeiro, (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng.) Schum) é uma das 22 espécies do gênero *Theobroma*, do qual o cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) é a espécie economicamente mais importante. Pertencente à família Sterculiaceae, é uma fruteira da floresta tropical úmida onde ocorre normalmente como um componente do estrato intermediário, chegando a atingir o dossel (3). De acordo com Souza *et al.* (16), o cupuaçuzeiro se desenvolve bem em climas de temperatura média anual de 21,6 °C a 27,5

°C, umidade relativa do ar anual de 77% a 88% e o regime pluviométrico mais adequado encontra-se na faixa de 1.900 a 3.100 mm, sendo a distribuição mais importante que o total anual de chuva.

O fruto do cupuaçuzeiro apresenta uma forma ovalóide de 12 a 25cm de comprimento e 10 a 12cm de diâmetro com peso médio de 1200 g. Em relação a casca (epicarpo mais mesocarpo) é verificado que o epicarpo é lenhoso, coberto por um indumento ferrugíneo, que quando raspado, expõe outra camada clorofilada; o mesocarpo é esponjoso, pouco resistente e levemente mais rijo que o endocarpo (polpa que envolve as sementes), que é macio, claro e fino, limitado internamente por uma película. São 36 sementes em média por fruto, estando dispostas em torno de um eixo central, conhecido popularmente como talo, longitudinalmente disposto em relação ao comprimento da fruta. As sementes são revestidas firmemente por uma polpa amarelada, abundante, ácida, e de odor e sabor muito agradável (17, 18, 19).

De acordo Vilalba (20), os frutos pesam em média 1,275 kg, sendo 38,5% de polpa, 17,19% de sementes, 43% de casca e 2,85% de placenta. E segundo Calzavara (21), os frutos são classificados em função de suas características morfológicas da seguinte forma:

- ✓ Cupuaçu redondo: fruto de extremidades arredondadas e peso médio de 1,5 kg, com a casca em torno de 6 a 7 mm de espessura. Esta é a variedade mais comum da região Amazônica;
- ✓ Cupuaçu casca fina: semelhante ao redondo, porém com casca de 4 a 5 mm de espessura, com formato cilíndrico levemente anguloso nas laterais;
- ✓ Cupuaçu mamorana: Chegando a pesar até 4 kg, apresentando uma casca grossa que varia de 7 a 9 mm de espessura, com sementes grandes;
- ✓ Cupuaçu de colares: Peso levemente superior ao grupo redondo com casca que varia de 6 a 7 mm de espessura, sem angulação nas laterais;
- ✓ Cupuaçu mamau: Os frutos não apresentam sementes, a casca tem uma espessura que varia de 6 a 7 mm e o formato é semelhante ao do cupuaçu redondo, com peso médio de 1,5 kg.

Já a polpa do cupuaçu, de coloração amarelo-claro, é fibrosa e ácida, tem um intenso e agradável aroma, além de alto valor nutricional, o que o torna muito apreciado, procedendo daí seu grande potencial econômico (22).

Ainda, o cupuaçu é uma fonte de fibra alimentar, principalmente fibra solúvel (23). A polpa de cupuaçu apresenta uma composição química que também inclui quantidade relevante de amido, assim como de pectina (24), que é possível proporcionar textura distinta aos produtos em que são adicionados se comparada a outras polpas de frutas.

Não obstante de seus atributos nutricionais, a principal forma de comercialização do cupuaçu ainda é como polpa pasteurizada/congelada, em embalagens de polietileno de 200 g e 1 kg, e em tambores de 200 L. As duas primeiras formas são aproveitadas para a comercialização no estado do Pará (principal produtor do fruto) e a última, quando o produto é comercializado para fora das fronteiras do estado. A polpa pode ser consumida na forma de sucos, néctares, geleias, doces, cremes, tortas, sorvetes, balas, bombons, licores, polpa seca, polpa granulada, entre outras formas (25, 26).

SEMENTE DO CUPUAÇU UTILIZAÇÃO E VALOR NUTRICIONAL

Segundo Silva *et al.* (27), as sementes do cupuaçu apresentam-se em número de 35 a 50 por fruto e correspondem a 15 a 21,1% do peso deste, estando distribuída em torno de um eixo central, a placenta, disposta de forma longitudinal em relação ao comprimento do fruto. As sementes encontram-se inabalavelmente protegidas pela polpa, que é abundante, de fibras longas, coloração amarelada ou esbranquiçada, sabor ácido e odor forte. Têm forma circular achatada com dimensões médias de 2,5 a 2,6 cm de diâmetro por 2,0 a 2,3 cm de largura e 0,9 a 1,1 cm de espessura.

Resíduo do processo de extração da polpa de cupuaçu, as sementes ainda não são aproveitadas para formulação de alimentos industrializados, mesmo com diversas pesquisas científicas já realizadas a fim de fornecer conhecimento tecnológico para implementação industrial desta matéria-prima (28).

Segundo Damiani *et al.* (29) alguns processamentos de frutas chegam a acarretar até 70% de resíduos como sementes e cascas que são desperdiçados, os quais poderiam ser usados na criação de novos produtos, enriquecendo-os nutricionalmente, ou sendo fontes de aromatizantes e corantes naturais, substituindo os de uso sintéticos.

A utilização de coprodutos alimentares tem o objetivo de desenvolver e projetar alimentos inovadores com valor agregado, colaborando para a sustentabilidade e redução de perdas de parte dos frutos não utilizados na indústria, provocando desperdício que criam impactos ambientais negativos. Realmente, a produção sustentável de alimentos está se tornando um dos desafios mais importantes a serem enfrentados mundialmente pela indústria e deve ser baseada na redução de custos, no aumento da diferenciação de produtos e no atendimento às necessidades nutricionais dos consumidores (30).

Lopéz (31) em um estudo que avaliou a cadeia produtiva do cupuaçu (*Theobroma Grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.) nos municípios de Itacoatiara, Presidente Figueiredo e Manaus no Amazonas observou que em todos os municípios, durante o processo da remoção da polpa, as sementes não eram aproveitadas, e isso acontece por desconhecimento dos produtores, caso similar ocorre também com as associações agrárias. Os produtores realizam a venda da polpa do cupuaçu junto com as sementes, pois, para eles as sementes não têm valor comercial. Fato que evidencia a falta de assistência técnica a respeito, já que na atualidade as sementes a partir da extração da gordura possuem mercado consumidor consolidado (indústria cosmética) e na fabricação do cupulate (produto similar ao chocolate) (32, 33).

Na tabela 1 encontram-se alguns trabalhos com produtos feitos utilizando as sementes de cupuaçu em sua composição.

Tabela 1. Diferentes produtos alimentícios feitos a partir das sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).

Produto	Referência
Cupulate	Rebouças et al. (34)
Farinha	Da Silva e Farias (2)
Biscoitos tipo cookies	Tanssini (35)
Barras de cereais	Biasi (36)
Liquor	Cohen e Jackix (37)

As sementes do cupuaçu após serem fermentadas, secas, torradas e moídas, geram um produto de sabor e textura semelhante aos do chocolate convencional, mas livre de cafeína e teobromina. O cupulate pode ser apresentado em barra ou pó, nos sabores ao leite, meio amargo e branco (38). Como possível mercado de cupulate, sua destinação

seria a pessoas alérgicas a chocolate de cacau e, por não possuir cafeína e teobromina, recomendado para idosos e crianças (39).

De acordo com Cohen e Jackix (37), o liquor produzido a partir das sementes do cupuaçu apresentou aroma e aparência característicos e semelhantes ao liquor de cacau. E apontam como principal característica a presença de alto teor de gordura (63,93 a 66,51%), podendo esta ser aplicada nas indústrias alimentícia e farmacêutica.

Já na indústria de cosméticos, são produzidos (creme para pele) a partir da gordura extraída das sementes. Existem também pesquisas que demonstram que o óleo de cupuaçu, de modo similar ao azeite, pode contribuir para o combate à dislipidemia (gordura no sangue), uma vez que os três principais ácidos graxos (oleico, ácido linoleico e o araquídico) estão mais equilibrados nesta fruta, e isso acelera o processo de redução do colesterol, ou seja, o cupuaçu pode auxiliar a reduzir os riscos de infarto e derrame cerebral. Outro uso possível para as sementes do cupuaçu é a extração do xilitol, um adoçante natural de baixo índice glicêmico que independe da insulina para ser metabolizado, que é bem aceito pela medicina, pelos benefícios trazidos aos diabéticos (40).

Da Silva e Farias (2) ressaltam que a utilização da semente do cupuaçu para produção de farinha além de agregar valor para um fruto regional ajuda na complementação alimentar, devido ser uma fonte proteica e lipídica. A farinha das sementes do cupuaçu é considerada um alimento de qualidade e seguro para o consumo humano pois atende todas as especificações da RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (41).

Na tabela 2 apresenta a caracterização nutricional das sementes do cupuaçu encontrada por diversos autores.

Tabela 2. Características nutricionais da farinha da amêndoa do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*).

Características	Farinha da semente do cupuaçu
Umidade (g. 100g ⁻¹)	2,21 - 3,84
Cinzas (g. 100g ⁻¹)	2,71 - 4,24
Lipídios (g. 100g ⁻¹)	26,3 - 55,04
Proteínas (g. 100g ⁻¹)	7,08 - 11,70
Fibra alimentar (g. 100g ⁻¹)	17,9 - 23,25
Carboidratos (g. 100g ⁻¹)	11,97 - 34,33
Valor energético (Kcal/100g)	483,96 - 583,76

Valores médios da caracterização nutricional da farinha do cupuaçu encontrados por Da Silva e Farias (2), Tansini (2016) (35) e Biasi (2016) (36).

A farinha da amêndoa do cupuaçu apresentou valores de umidade variando de 2,21 - 3,84 (g. 100g⁻¹). Esses valores reportados (2, 35 e 36) encontram-se dentro do estabelecido na legislação brasileira para farinhas, amido de cereais e farelos que é de 15 (g. 100g⁻¹) (41).

As cinzas que indicam indiretamente a quantidade de minerais presentes nas amostras obtiveram valores entre 2,71- 4,24 (g. 100g⁻¹). Esses valores estão próximos aos valores médios reportados para outras farinhas funcionais como a do caju 3,18 (g. 100g⁻¹) (42), e a farinha da banana em diferentes estádios de maturação verde (2,79 g. 100g⁻¹) e madura (4,3 g. 100g⁻¹) (43).

Os lipídeos variaram de 26,3 - 55,04 (g. 100g⁻¹), segundo Rodrigues (44), o perfil de ácidos graxos da semente do cupuaçu inclui palmítico (11,22 - 11,70 g. 100g⁻¹),

esteárico (37,86 - 38,15 g. 100g⁻¹), oleico (37,83 - 39 79 g. 100g⁻¹), araquídico (7,44 - 7,97 g. 100g⁻¹), e ácidos linoleicos (2,37 - 247 . 100g⁻¹). De acordo com Cohen e Jackix (37), essa gordura tem uma aplicação na indústria de cosméticos, no entanto tem um potencial de para utilização mais nobre e promissora que é na indústria alimentícia.

A farinha da semente de cupuaçu apresentou valores médios de 7,08 - 11,0 (g. 100g⁻¹) de proteínas, em estudo realizado por Lopes *et al* (28) comprova que as proteínas do cupuaçu apresentam um valor biológico e composição aminoacídica superiores às do cacau.

A farinha do cupuaçu apresentou valores médios de fibras variando de 17,29 - 23,25 (g. 100g⁻¹), essa alta concentração reforça a capacidade de utilização dessa farinha na indústria alimentícia principalmente em produtos que são amplamente consumidos e aceitos pela população como bolos, pães e biscoitos (2, 35 e 36).

Os carboidratos presentes na farinha das sementes do cupuaçu variaram de 11,97 - 34,33 (g. 100g⁻¹), essa grande variação de acordo com Garcia (45) pode ser atrelada ao processo de extração, pois se as sementes não passaram pelo processo de fermentação a casca da semente ajuda no aumento desses valores. Para as sementes que sofreram fermentação ocorreu uma quebra de açúcares pelos microrganismos durante o processo que contribuiu para diminuição desses valores.

O valor energético reportado para a farinha da semente do cupuaçu variou de 483,96 - 583,76 (Kcal/100g). Esse valor encontrado é maior que o valor energético da farinha de trigo que apresenta valores médios de 355,2 (Kcal/100g) (46).

Diante disso, a farinha da amêndoa do cupuaçu serve como importante aporte nutricional na alimentação das pessoas. Esses dados corroboram com Tanssini (35), que utilizou a farinha da semente do cupuaçu para a produção de biscoitos tipo cookies e verificou bons resultados quanto à melhora da qualidade nutricional dos biscoitos com destaque para a formulação com 25% da farinha da semente do cupuaçu, apresentando os maiores teores médios de (0,012 g.100g⁻¹), magnésio (0,377g.100g⁻¹) e cobre (0,00028 g.100g⁻¹) em relação as demais formulações utilizadas na pesquisa.

Além de ser uma importante e ainda pouco explorada matéria-prima, as sementes são um material com excelentes propriedades nutritivas. De acordo com Andrade *et al* (47), as sementes apresentam fenólicos, flavonoides totais e atividade antioxidante. Dessa maneira os autores ressaltam sua utilização para o desenvolvimento de alimentos com propriedades probióticas e antioxidantes com o intuito de obter benefícios a saúde humana e proteção contra as doenças.

CONCLUSÃO

O cupuaçu possui um grande valor econômico para a região Amazônica, porém ainda há um desperdício significativo de partes da fruta não usado pela indústria devido sua utilização se concentrar apenas em produtos oriundos de sua polpa. E como visto, as sementes, um resíduo descartado na industrialização da fruta, possuem características importantes que devem ser observadas pela indústria alimentícia, principalmente em relação ao seu potencial nutricional, visto que a sociedade brasileira atual passou a buscar melhores a hábitos de vida e a alimentação é um dos principais pontos nessa busca.

Visando isto, criar novos produtos alimentares utilizando as sementes do cupuaçu como matéria prima traria benefícios tanto para a indústria, pois diminuiria a produção de resíduos, como para a sociedade que teria produtos saudáveis e com qualidade nutricional que trariam benefícios para a sua saúde. Além dos benefícios econômicos com

geração de renda com algo que hoje é resíduo descartado. Dos produtos que podem ser criados e produzidos existe uma variedade de opções como biscoitos, barra de cereais visto neste estudo, a farinha, o liquor, bolos, pães, brownie, doces como a paçoca, entre outras opções.

REFERÊNCIAS

1. Vilalba FA, Marsaioli AJ, Pezoa Garcia, NH. Fragmentação Mecânica de Amêndoas de Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2004, 24: 419-426.
2. Da Silva, ASS; Farias LF. 2018. Elaboração da farinha à base da amêndoa do cupuaçu *Theobroma grandiflorum* Schum. *Revista Arquivos Científicos (IMMES)*.2018, 1: 36-42.
3. Martel JHI. A cultura do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* Schum). In: Donadio, L.C. Fruticultura Tropical. Jaboticabal: FUNEP 1992.
4. Souza JML, Rocha JM, Cartaxo CBC, Vasconcelos MAM, Álvares VS, Nascimento MM, Yomura RTB, Kaefer S. Monitoring and Optimization of Cupuaçu Seed Fermentation, Drying and Storage Processes. *Microorganisms*. 2020, 8: 1314.
5. Carlos SAV, do Amaral LA, Santos MMR, Santee CM, Zampieri DF, Soares WRG, Novello D, dos Santos EF. Elaboração de sorvete de cupuaçu utilizando fibra de casca de maracujá como substituto de gordura. *Evidência*. 2019, 19(1), 23-44.
6. Almeida AF. Frutos amazônicos: biotecnologia e sustentabilidade. Palmas-TO: ed. EDUFT, 2020.
7. Peixoto AL. Conhecendo a biodiversidade. Brasília: BMCTIC, CNPq, PPBio, 2016.
8. Fernandes RS. *Frutas, sementes e amêndoas silvestres alimentícias na comunidade indígena Tunuí-Cachoeira-AM*. (Tese). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2012.
9. Silva DW, Claudino LS, Oliveira CD, Matei AP, Kubo RR. Extrativismo e desenvolvimento no contexto da Amazônia brasileira. *Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPR)*. 2016, 38: 557-577.
10. Chirinos R, Galarza J, Betalleluz-Pallardel I, Pedreschi R, Campos D. Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) fruit at different maturity stages. *Food Chemistry*. 2010, 120: 1019–1024.
11. Gonçalves AESS, Lajolo FM, Genovese MI. Chemical composition and antioxidant/ antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 58 p. 4666–4674, 2010.
12. Vriesmann LC, Silveira JLM, Petkowicz CLDO. Rheological behavior of a pectic fraction from the pulp of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*). *Carbohydrate Polymers*.2010, 79: 312-317.
13. Barros HRM, García-Villalba R, Tomás-Barberan, FA, Genovese MI. Evaluation of the distribution and metabolism of polyphenols derived from cupuassu

- (*Theobroma grandiflorum*) in mice gastrointestinal tract by UPLC-ESI-QTOF. *Journal of Functional Foods*. 2016, 22: 477-489.
14. Pugliese AG, Tomás-Barberan FA, Truchado P, Genovese MI. Flavonoids, proanthocyanidins, vitamin C, and antioxidant activity of *Theobroma grandiflorum* (cupuassu) pulp and seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013, 61: 2720-2728.
 15. Pereira ALF, Abreu VKG, Rodrigues S. Cupuassu - *Theobroma grandiflorum*. In Rodrigues S, de Oliveira Silva E, de Brito ES. Exotic fruits reference guide. Cambridge: Academic Press, 2018.
 16. Souza AGC, Berni RF, Souza MG, Sousa NR, Silva SEL, Tavares AM, Andrade JS, Brito MAM, Soares MSC. Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007
 17. Barbosa WC, Nazaré RFR, Nagata I. 1978. Estudo tecnológico de frutas da Amazônia. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1978.
 18. Venturieri GA. CUPUAÇU: A espécie, sua cultura, usos, e processamento. Belém: Clube do Cupu, 1993.
 19. Queiroz MB. Estudo dos parâmetros de torração de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) (Dissertação), Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1999.
 20. Vilalba FA. Fragmentação mecânica de amêndoas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) por meio de um beneficiador de cilindros. (Dissertação). Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, 2003.
 21. Calzavara BBG. Fruticultura tropical o cupuaçuzeiro; cultivo, beneficiamento e utilização do fruto. Belém: EMBRAPA.CIATU, 1984.
 22. Souza VC. Efeito da liofilização e desidratação em leite de espuma sobre a qualidade do pó de polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) (Dissertação). Itapetinga: Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2011.
 23. Salgado JM, Rodrigues BS, Donado-Pestana CM, Dos Santos Dias CT, Morzelle MC. Cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) peel as potential source of dietary fiber and phytochemicals in whole-bread preparations. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2011, 66: 384–390.
 24. Vriesmann LC, Petkowicz CL. Polysaccharides from the pulp of cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*): Structural characterization of a pectic fraction. *Carbohydrate Polymers*. 2009, 77: 72-79.
 25. Ferreira GM.; Guimarães, MJOC, Maia MCA. Efeito da temperatura e taxa de cisalhamento nas propriedades de escoamento da polpa de cupuaçu (*T. grandiflorum* Schum) integral. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2008, 30: 385-389.
 26. Silva AE, Silva LHM, Pena RS. Comportamento higroscópico do açaí e cupuaçu em pó. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2008, 28: 89 5-901.
 27. Silva JDLD, Durigan MFB, Carvalho G.F. Métodos para extração de óleo das sementes da *Theobroma grandiflorum* como oportunidade a agroindústria familiar. *Revista Ambiente: Gestão e Desenvolvimento*. 2018, 11: 1-12.

28. Lopes AS, Pezoa-García N.H, Amaya-Farfán J. Qualidade nutricional das proteínas de cupuaçu e de cacau. *Ciência. Tecnologia. Alimentos*. 2008, 28: 263-268.
29. Damiani C, De Souza Martins GA, Becker FS. Aproveitamento de resíduos vegetais: potenciais e limitações. *Eduft*. 2020, 1: 35-35.
30. Silva MA, Albuquerque TG, Alves RC, Oliveira MBP, Costa HS. Melon (*Cucumis melo* L.) by-products: Potential food ingredients for novel functional foods. *Trends in Food Science & Technology*. 2020, 98: 181-189.
31. Lopéz PAB. Avaliação da cadeia produtiva do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (willd. ex spreng.) schum.) nos municípios de Itacoatiara, Presidente Figueiredo e Manaus (Dissertação). Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2015.
32. Said MM. Aspectos culturais e potencial de uso do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng. Schum.) no estado do Amazonas(dissertação). Manaus: Universidade Federal da Amazônia, 2011
33. Bayle EEM. Estudo da cadeia produtiva do Açaí e do cupuaçu. Belém, 2014.
34. Rebouças AM, da Costa DM, Priulli E, Teles J, Pires CRF. Aproveitamento tecnológico das sementes de cupuaçu e de okara na obtenção de cupulate. *DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, 7(Especial). 2020, 59-64.
35. Tanssini KK. Caracterização de farinhas de sementes de cupuaçu e aproveitamento na produção de biscoitos tipo cookies (Trabalho de Conclusão de Curso) Sinop: Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências da Saúde, 2016.
36. Biasi RP. 2016. Subprodutos do despolpamento de cupuaçu na produção e caracterização de barras de cereais. (Trabalho de Conclusão de Curso) Sinop: Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências da Saúde, 2016.
37. Cohen KDO, Jackix MDNH. Estudo do liquor de cupuaçu. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2005, 25: 182-190.
38. Embrapa. Cupulate agora é marca registrada da Embrapa. Embrapa Amazônia Oriental. 2015. Acesso em 20 de fev de 2022. Disponível em: <https://cloud.cnpgc.embrapa.br/clpi/artigos/page/2/>.
39. Alves RM, Filgueiras GC; Homma AKO. Aspectos socioeconômicos do cupuaçuzeiro na Amazônia: do extrativismo a domesticação. Mercado, cadeias produtivas e desenvolvimento rural na Amazônia. Belém: UFRA, 2014.
40. Ferreira JDPS. Bioimperialismo e direito de propriedade intelectual: disputas pelo acesso ao cupuaçu e ao conhecimento tradicional. (Dissertação). Marília: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Filosofia e Ciências, 2015.
41. BRASIL. Resolução - RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005a. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 set. 2005, Seção1, p. 368-9.
42. Alves FMS, Machado AV, de Queiroga KH. Alimentos produzidos a partir de farinha de caju, obtida por secagem. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 2011, 6(3), 25.

43. Szeremeta JS, Siguel G, Amaral JG, Do Nascimento RF, Canteri MHG. Farinhas de banana: desenvolvimento do produto e sua caracterização físico-química e funcional. *Revista Tecnológica*. 2018, 27(1), 1-10.
44. Rodrigues S, de Oliveira Silva E, de Brito ES. *Exotic fruits reference guide*. Cambridge: Academic Press, 2018.
45. GARCIA IP. Enzimas produzidas durante os diferentes estágios de fermentação das sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willdenow ex Sprengel) Schumann) (Dissertação). Manaus: Universidade Federal da Amazônia, 2006.
46. Dos Santos DSD, Storck CR, de Oliveira Fogaça A. Biscoito com adição de farinha de casca de limão. *Disciplinarum Scientia| Saúde*. 2014, 15(1), 123-135.
47. Andrade JKS, Barros RGC, Pereira UC, Gualberto NC, de Oliveira CS, Shanmugam, S, Narain N. α -Amylase inhibition, cytotoxicity and influence of the in vitro gastrointestinal digestion on the bioaccessibility of phenolic compounds in the peel and seed of *Theobroma grandiflorum*. *Food Chemistry*. 2022, 373, 131494.

Capítulo 34

doi.org/10.53934/9786599539664-34

ELABORAÇÃO DE SORVETE VEGANO COM ADIÇÃO DE PROBIÓTICO *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS*: AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL

Stherfferson Douglas Pontes de Menezes ; Marinna Giovana Furtado Leocio 
; Wanderléia de Aguiar Policarpo ; Márcia Facundo Aragão^{3*} 

*Autor correspondente – Email: marciaaragao23@gmail.com

Resumo: O sorvete é um tipo de gelado comestível obtido a partir da emulsão de gordura e proteína, com adição de outros ingredientes e armazenado a temperatura abaixo de zero grau. Este trabalho teve como objetivo elaborar sorvete isento de leite bovino com adição de adição de probiótico *Lactobacillus acidophilus*. Com a finalidade de atestar a inocuidade foram avaliados os seguintes parâmetros microbiológicos: contagem de estafilococos coagulase positiva e coliformes totais e termotolerantes, além da pesquisa de *Salmonella* spp., foi determinado também o teor de umidade, de acidez total titulável, de lipídeos, minerais, açúcares redutores em glicose e não redutores em sacarose. Foram avaliados também os seguintes atributos sensoriais: sabor, odor, textura, impressão e a intenção de compra. Os atributos sensoriais foram avaliados por uma equipe sensorial não treinada formada por 101 indivíduos consumidores de sorvete selecionados aleatoriamente. Todos os padrões microbiológicos estudados atenderam o estipulado na legislação vigente, este resultado comprova que o sorvete elaborado seguiu as Boas Práticas de Fabricação. Com relação os parâmetros físico-químicos o sorvete desenvolvido apresentou 35,752%, 0,118%, 2,797%, 7,243% e 18,916% de umidade, minerais, acidez, gordura e carboidratos totais, respectivamente. Com relação a avaliação sensorial, os atributos sabor, odor, textura e impressão global obtiveram escores hedônicos superior a 6, e a intenção de compra obteve escore 3,95, a qual foi avaliada por uma escala estruturada de 5 pontos. Esses resultados demonstram que o sorvete desenvolvido foi sensorialmente bem aceito e com grande potencial de comercialização.

Palavras-chave: Avaliação sensorial; Dieta; Nutrição; Sorvetes; Vegano

INTRODUÇÃO

O sorvete é um tipo de gelado comestível obtido a partir da emulsão de gordura e proteína, com adição de outros ingredientes e armazenado a temperatura abaixo de zero grau. Este produto alimentício é bastante consumido em todo mundo e sua origem remota há milhares de anos (1).

Os principais micro-organismos contaminantes de um sorvete são coliformes a 45 °C (permitido até 5 x 10 NMP), estafilococos coagulase positivos (permitido até 5 x 10² UFC) e ausência de *Salmonella* spp. (2). Esses contaminantes podem trazer várias patogenicidades para quem consumir o produto contaminado, como intoxicação ou infecção alimentar (3;4).

Na maioria dos sorvetes a proteína e gordura presente nele são de origem láctea, ou seja, apresenta o uso de leite bovino, um alimento de alto grau de complexidade onde apresenta cerca de 88% de água e 12% de sólidos totais. A lactose representa 4,6% dos sólidos totais e a proteína (caseína) 5,4%, representando um risco para intolerantes e alérgicos ao leite (5).

A intolerância a lactose é uma deficiência mecânica do corpo, na qual o indivíduo acometido não produz ou produz em pouca quantidade a enzima lactase. Já na alergia, os mediadores imunológicos não reconhecem a caseína, e tentam atacá-la a fim de eliminá-la do corpo (6;7)

Diante disso, o leite de coco pode ser uma alternativa para substituir o leite bovino na formulação dos gelados comestíveis, especialmente, por ser livre de lactose e caseína e mesmo possuindo baixo teor de cálcio, os produtos elaborados com leite de coco podem ser consumidos por pessoas que não podem consumir leite bovino e derivados contribuindo assim para suprir as necessidades dietéticas deste público (8).

Portanto, o presente trabalho se justifica por objetivar elaborar um sorvete vegano com adição de probiótico *L. acidophilus*. Este sorvete poderá ser consumido por indivíduos que possuem restrição a ingestão de leites e derivados, bem como também pelo público vegano.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo tratou-se de uma pesquisa experimental e explicativa, com enfoque qualitativo e quantitativo, no qual foram avaliados parâmetros microbiológicos, sensoriais e físico-químicos de sorvete isento de leite bovino com adição de probiótico *L. acidophilus*.

A pesquisa foi realizada no período de agosto a dezembro de 2019. Os materiais para a elaboração do produto foram adquiridos no mercado varejista de Sobral – CE e a cultura bacteriana probiótica liofilizada LA 02 ID 1688 da marca *Probiotal health care* foi gentilmente doada pela empresa Coana importação e exportação LTDA. Todos os materiais foram transportados ao Laboratório de Técnicas Dietéticas do Centro Universitário INTA – UNINTA e armazenados em temperatura ambiente, com exceção do probiótico, o qual foi mantido em refrigeração até seu uso. O sorvete foi elaborado no Laboratório de Técnicas Dietéticas. Foram utilizados também para execução da pesquisa o Núcleo de Bioprospecção e Experimentação Molecular Aplicada (NUBEM) para as análises microbiológicas, o Laboratório de Análise Sensorial para a análise sensorial do produto desenvolvido e, por fim, o Laboratório de Bromatologia, no qual foram realizadas as análises físico-químicas. Todos os espaços citados pertencem ao Centro Universitário INTA – UNINTA.

Elaboração do sorvete

Foram elaborados 2L de sorvete isento de leite bovino com adição do probiótico *L. acidophilus*, na formulação foi utilizado leite coco em substituição do leite de gado (Tabela 1).

Tabela 1. Elaboração da formulação do sorvete com probiótico *L. acidophilus* para cada 1 L

Ingredientes	Formulação (%)*
Leite de coco	100,00%

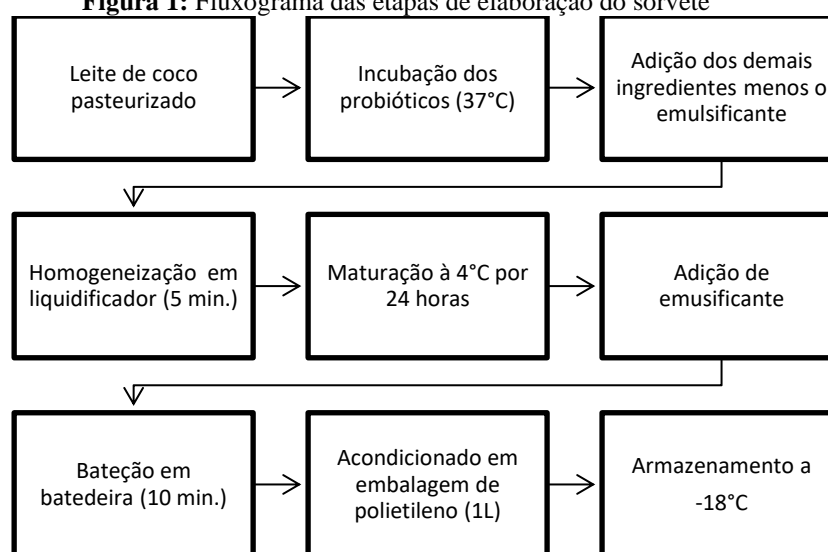
Base saborizante	5,00%
Açúcar de coco	25,00%
Gordura	8,00%
Emulsificante	1,00%
Liga neutra	0,5%
Probiótico	1,00%

*Os cálculos de percentual foram feitos baseando-se na quantidade de leite de coco.

FONTE: Elaborada pelos autores (2022).

Para elaboração desta formulação, as cepas probióticas foram, inicialmente, ativadas, para isto, foi adicionado 1% da cultura de *L. acidophilus* ao leite de coco pasteurizado e incubados a 37 °C por 30 horas em recipiente fechado com o objetivo de se obter 10^8 a 10^9 UFC/g da cultura bacteriana. A formulação (Figura 1) foi elaborada com 2 L de leite de coco contendo as cepas dos probióticos já ativadas e em seguida foram adicionados e homogeneizados os demais ingredientes, exceto o emulsificante, em liquidificador industrial por 5 minutos. Logo após, foi acondicionado e estocado para maturação a 4 °C por 24 horas. Após o processo de maturação foi adicionado o emulsificante e efetuado a bateção em batedeira doméstica durante 10 minutos. Logo em seguida, foram acondicionados em embalagens descartáveis com tampa com capacidade para L e armazenados em *freezer* a -18 °C até o momento das análises.

Figura 1: Fluxograma das etapas de elaboração do sorvete



Fonte: elaborada pelos autores (2022).

Análises microbiológicas

Seguido as recomendações da RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA, foram realizadas a pesquisa de *Salmonella* spp./25 mL, contagem de coliformes (45 °C/g) e de Estafilococos coagulase positiva (UFC/g). Quando a pesquisa foi executada ainda não havia entrado em vigor a IN 60 de 23 de dezembro de 2019 da ANVISA.

A pesquisa de *Salmonella* spp. e a contagem Estafilococos coagulase positiva seguiram as metodologias descritas pelo *Food and Drug Administration* – FDA (9) e a

contagem dos coliformes seguiu a metodologia descrita pela *American Public Health Association* - APHA (10).

Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz – IAL (11), foram determinados os seguintes parâmetros: teor de umidade por secagem direto em estufa a 105 °C, teor de cinzas (minerais) por incineração em mufla a 550 °C, teor de lipídeos pelo método de Soxhlet usando hexano P.A como solvente, teor de lipídeos redutores em glicose e teor de glicídios não redutores em sacarose e teor de acidez.

Análise sensorial

Caracterização dos julgadores e avaliação da aceitabilidade

Foram selecionados 101 julgadores não treinados de ambos os sexos, com idade de 18 a 65 anos que fossem consumidores de sorvete. Todos os indivíduos recrutados assinaram previamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento - TCLE. A avaliação sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Centro Universitário INTA – UNINTA.

Para avaliação do sorvete foi aplicado o teste afetivo em escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo; 5= nem gostei, nem desgostei e 9= gostei muitíssimo) para avaliação dos atributos sabor, odor, textura e impressão global. A intenção de compra foi avaliada utilizando a escala de intenção de compra estruturada com 5 pontos (1= certamente não compraria; 3= talvez comprasse, talvez não comprasse e 5= certamente compraria) (12).

Foram servidos aos provadores 25 g da amostra do sorvete, em temperatura usual de consumo, em copos descartáveis tampados, os quais foram codificados com números aleatórios de três dígitos. Cada julgador recebeu uma amostra e, por final foi ofertado um copo de água potável em temperatura ambiente para remover o sabor residual da amostra.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram analisados por estatística descritiva utilizando o software SISVAR versão 5.6 gratuita (13).

Aspectos éticos

O presente estudo realizou análises com seres humanos, pois um dos objetivos foi avaliar a aceitação e intenção de compra do produto desenvolvido. Portanto, foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com o número do CAAE: 13586119.0.0000.8133 e seguiu todos os preceitos éticos que norteiam as pesquisas científicas, de acordo com o CNS (Conselho Nacional de Saúde) 466/2012 (14).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises microbiológicas

Os sorvetes estudados não apresentaram crescimento microbiano para os patógenos pesquisados, como pode ser observado na Tabela 2. Foram utilizados como referência, os valores estipulados na RDC n° 12 de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA, pois quando a pesquisa foi executada a IN 60 de 23 de dezembro de 2019 (15) ainda não havia entrado em vigor.

Tabela 2. Resultados das análises microbiológicas segundo a ANVISA.

Análises	Valores encontrados	Valores de referências
Estafilococos coagulase	< 5x10 ²	5x10 ² UFC/g
<i>Salmonella</i> spp.	Ausente em 25 g	Ausente em 25 g
Coliformes totais e termotolerantes	< 10 ²	10 ² NMP/g

Fonte: BRASIL (2001); elaborada pelos autores (2022).

A ausência de crescimento dos patógenos pesquisados pode ser justificada pelo fato das Boas Práticas de Fabricação (BPFs) terem sido seguidas durante todas as etapas de processamento do sorvete, tais como: formulação, envase e estocagem. Pois segundo Veronezi e Caveião (16) as BPFs são consideradas a base das indústrias alimentícias, sendo feitas de forma contínua e ininterrupta, para que esses alimentos consigam se adequar a legislação e as expectativas do consumidor.

Segundo Schirmer, Picanço e Faria (17), os micro-organismos acima citados não alteram a aparência dos alimentos contaminados, mas a presença dos mesmos pode causar sérios riscos à saúde, por conta disso se torna necessário à implantação das boas práticas de manipulação de alimentos. Dessa forma, pode – se afirmar que os sorvetes desenvolvidos neste estudo não apresentam risco biológico aos consumidores.

Já Weber e Carrijó (18) realizaram uma pesquisa na qual analisaram microbiologicamente sorvetes expressos na cidade de Uberlândia e constataram que nenhuma das amostras estavam satisfatórias para o consumo, ou seja, não estavam conforme com as normas da ANVISA, ressaltando a importância das BPFs, pois o principal fator determinante para que isso aconteça é a manipulação inadequada.

Análises físico-químicas

Na Tabela 3 estão expostos os resultados dos parâmetros físico-químicos estudados.

Tabela 3. Resultado das análises físico-químicas do sorvete elaborado.

Parâmetros	Resultados médios
Umidade (%)	35,752 ± 1,301
Cinzas (minerais) (%)	0,118 ± 0,002
Acidez (%)	2,797 ± 0,060
Gordura (%)	7,243 ± 0,732
Carboidrato total (%)	18,916 ± 1,608
Açúcares redutores (%)	1,797 ± 0,118
Açúcares não-redutores (%)	17,119 ± 1,561

Fonte: elaborada pelos autores (2022).

O sorvete desenvolvido no presente estudo apresenta menor umidade quando comparado a outros estudos, maior quantidade de gordura e um baixo teor de minerais. Em relação aos carboidratos, predomina os não-redutores, o que já era esperado, devido o uso do açúcar de coco utilizado na formulação do sorvete.

Pazianotti et. al. (19) realizaram uma pesquisa na qual realizaram análises físico-químicas com os sorvetes industrializados e artesanais comercializados na região de Arapongas-PR, e reportaram os seguintes resultados: 65,65% de umidade, 23,34% de carboidratos, 6,90% de lipídeos e 0,66% de cinzas. Felix, Alves e Oliveira (20) reportaram 65,89% de umidade, 2,24% de gordura, 1,52% de cinzas e 26,68% de carboidratos. Já o estudo realizado com sorvete elaborado à base de leite de búfala foi encontrado 70,21% de umidade, 0,93% de cinzas, 17,78% de carboidratos e 4,83% de gordura (21). Em todos os estudos citados o teor de umidade é superior e o de lipídeos foi inferior ao deste estudo, porém a fonte de lipídeos utilizada nesta pesquisa é livre de gordura *trans*, o óleo de coco.

O menor teor de umidade encontrado no sorvete deste estudo pode ser explicado pelo fato de ter sido utilizado na formulação açúcar de coco, o qual possui fibras, enquanto o açúcar cristal não possui.

O sorvete elaborado neste estudo é livre de gorduras, pois foi utilizado como fonte de lipídeos, o óleo de coco. Este óleo é uma importante fonte natural de gordura saturada, principalmente de ácido láurico (C12:0) (22).

Os ácidos graxos *trans* tem o poder de aumentar os níveis de LDL-C, além disso, ele diminui os níveis de HDL-C, sendo então associados as dislipidemias, se tornando um fator de risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares (23). Outros estudos mostram que a gordura *trans* está ligada também a resistência periférica de insulina, porque ela inibe a síntese de proteínas estimuladoras de acilação que tem uma atividade de captação da glicose independentemente da insulina (24). Portanto, o sorvete elaborado neste estudo pode ser considerado como uma versão mais saudável em relação aos sorvetes convencionais.

Análise sensorial

Avaliação da aceitação e intenção de compra

Pode-se observar na Tabela 4 que o sorvete teve uma boa aceitação em todos os atributos avaliados para aceitação estando dentro faixa de aceitação da escala hedônica, pois todas as características estudadas obtiveram escores hedônicos maior que 5 e maior que 3 para intenção compra (Tabela 5). Para o Instituto Adolfo Lutz (25) os escores entre 1 e 4 são interpretados como rejeição, o 5 como indecisão e de 6 a 9 como uma faixa de aceitação e para a escala de intenção de compra 1 e 2 não compraria, 3 indecisões e, 4 e 5 compraria.

Tabela 5. Média dos resultados da análise sensorial e da intenção de compra do sorvete vegano.

Atributos sensoriais	Valores hedônicos
Sabor	6,63 ± 1,94
Odor	6,70 ± 1,90
Textura	6,97 ± 1,74
Impressão global	6,78 ± 2,01
Intenção de compra	3,95 ± 1,04

Fonte: elaborada pelos autores (2022).

Todos os atributos formam bem aceitos, sendo que a textura obteve a melhor aceitação. Segundo Souza et al. (26) decorre do processo de emulsificação da calda, onde facilita a distribuição de ar atribuindo a textura característica. Em estudo com sorvete sem lactose, Ramos (27), reportou que o atributo mais bem aceito foi a textura tanto para o sorvete com lactose como para o sorvete sem lactose

Segundo Beltran (28), em um sorvete com um perfil vegano, similar ao do presente estudo, apresentou boa aceitação e obteve uma boa intenção de compra, resultados semelhantes ao desta pesquisa.

Já no estudo de Schneider et al. (29), foi elaborado um sorvete vegano, e indagados aos julgadores sobre alguns atributos, “Presença de lactose”, “vegano” ou “alto teor de proteína” os autores reportaram que os julgadores consideram neutros em relação aos atributos estudados, ainda segundo os autores o atributo que se mostrou mais atrativo foi o sabor “doce”.

CONCLUSÕES

O sorvete elaborado possui um perfil de carboidratos constituído em sua maioria por açúcares não redutores, e, quanto ao teor de gordura foi observado maior valor que o reportado na literatura. Porém o perfil lipídico é diferente, visto que o sorvete formulado nessa pesquisa foi utilizado óleo de coco e nas das demais pesquisas foi utilizado gordura vegetal hidrogenada, a qual possui gorduras *trans*.

O produto tem um grande potencial de mercado, visto que, em todos os atributos sensoriais estudados obteve-se média acima de 6, sendo a textura mais bem avaliada e intenção de compra acima de 3. Contudo, há necessidade de mais pesquisas sobre sorvetes veganos.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução, nº 267, de 2 de janeiro de 2001. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis.
2. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução, nº 12, de 25 de setembro de 2003. Dispõe sobre os padrões microbiológicos para alimentos.
3. Costa, GM, Pereira, UP, Custódio, DAC, Silva N. Caracterização de *Staphylococcus* Coagulase-positiva utilizando o plasma de diferentes espécies de animais. Revista Instituto Adolfo Lutz. 2011; 70: 584-588.
4. BRASIL. Manual prático de análise de água. 2 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde; 2006.

5. Soares, FAC. Composição do leite: fatores que alteram a qualidade química. Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária. 2013.
6. Mahan, LK, Stump SE. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.
7. Falcão I, Mansilha HF. Alergia às proteínas do leite de vaca e intolerância à lactose. Sociedade Portuguesa de Pediatria. 2017; 48:53-60.
8. Abath, TN. Substitutos de leite animal para intolerantes a lactose. [monografia]. Brasília: Universidade de Brasília; 2013.
9. Andrews WH, Wang H, Jacobson A, Ge B, Zhang G, Hammack T. Salmonella Bacteriological Analytical Manual (BAM). Chapter 5. Food and Drug Administration; 2016. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam> > acessado em fevereiro de 2022.
10. Evancho, G.M.; Sveum, WH, Moberg, LJ, Frank, J.F. Microbiological monitoring of the food processing environment. In: Downes, F.P.; Ito, K. (eds.) *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4 ed., American Public Health Association, Washington; 2001.
11. Costa GM, Custódio DAC, Pereira UP, Silva. Caracterização de *Staphylococcus* Coagulase-positiva utilizando o plasma de diferentes espécies de animais. Revista Instituto Adolfo Lutz. 2011; 70:584-588.
12. Dutcosky, SD. Pesquisa sensorial com consumidores. [Internet]. Universidade Federal do Paraná; 2013. Disponível em: <<https://docs.ufpr.br/~aanjos/SENSOMETRIA/slides/Sensorial%20Consumidor.pdf>> Acessado em fevereiro de 2022.
13. Ferreira S, Pinto M, Carvalho P, Gonçalves JP, Lima R, Pereira F. Alergia às proteínas do leite de vaca com manifestações gastrointestinais. Revista de pediatria do centro hospitalar do porto. 2014; 23:72-79.
14. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: diabetes mellitus / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. Brasília: Ministério da Saúde; 2013.
15. Brasil. Instrução Normativa N° 60, De 23 De Dezembro De 2019. Ministério da Saúde - MS. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa; 2019.
16. Veronezi C, Caveião C. A importância da implantação das boas práticas de fabricação na indústria de alimentos. Revista saúde e desenvolvimento. 2015; 8:90-103.





17. Schirmer M, Picanço NFM, Faria RAP. G. Importance of training in ensuring the hygiene-sanitary quality of lettuce salads served in nursery schools. *Braz. J. Food Technol.* 2019; 22:1-9.
18. Weber C, Carrijo KF. Análise microbiológica de sorvete expresso comercializados em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. *Enciclopédia biosfera.* 2018;15:58-68.
19. Pazianotti L, Bosso AA, Cardoso S, Costa MR, Sivieri K. Características microbiológicas e físico-químicas de sorvetes artesanais e industriais comercializados na região de Arapongas-PR. *Rev. Inst. Latic.* 2010; 65:15-20.
20. Felix LD, Alves JEA.; Oliveira CA. Caracterização físico-química de sorvetes industrializados e comercializados na região de Salgueiro-PE. In: Congresso internacional de ciências agrárias – COINTER. 2016; 1: 1-4.
21. Chinelate GBC. Pontes DF, Constant PBL, Sousa LB. Aspectos físico-químicos e microbiológico de gelados comestíveis de leite de búfala adicionados de fibras alimentares. *Revista Brasileira de Agrotecnologia.* Pombal. 2011; 1:07-12.
22. Santos RD, Gagliardi ACM, Xavier HT, Magnoni CD, Cassani R, Lottenberg AMP, et al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. *Arq. Bras. Cardiol.* 2013;100.
23. Revoredo CMS, Holanda AON, Santos ACA, Araújo CGB. Implicações nutricionais que os ácidos graxos trans exercem na saúde da população: análise reflexiva. *Rev enferm UFPE.* 2017;11:731-5.
24. Bedsen NT, Haugaard SB, Larsen TM, Chabanova E, Stender S, Astrup A. Effect of trans-fatty acid intake on insulin sensitivity and intramuscular lipids a randomized trial in overweight postmenopausal women. *Metabolism: Clinical and Experimental.* 2011; 60:906-913.
25. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos [internet] 4ª ed:1-1020, 2008 [Acesso em 8 Jan 2022] Disponível em:<https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>.
26. Souza, JCB, Costa MR, De renis CMVB, Sivieri K. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. *Alimentos e Nutrição.* 2010; 21:155-165.
27. Ramos AF. Avaliação de aspectos físico-químicos, sensoriais e reológicos de sorvete gourmet elaborado com teor reduzido de lactose [dissertação] Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora; 2016.

28. Beltran, LB. Desenvolvimento e caracterização de sorvete vegano de chocolate [Trabalho de Conclusão de Curso]. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2018.
29. Schneider D, Dewes DC, Korbes J, Mendes CE. Desenvolvimento e aceitabilidade de um gelato vegano de amendoim com paçoca [internet]. Santa Catarina: 4ª Simpósio de agronomia e tecnologia de alimentos; 2017 [Acesso em 12 Dez 2021]. Disponível em: https://eventos.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/agrotec2017/623.pdf.

Capítulo 35

doi.org/10.53934/9786599539664-35

DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS POR MEIO DO EMPREGO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*): UMA REVISÃO

Marisa Wansovski ; Leonardo de Jesus Siqueira ; Fernanda Raghianti ; Elaine Alves dos Santos *

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: elaine.alves@iftm.edu.br*

Resumo: O pescado é considerado um alimento fonte de proteínas, além de oferecer outros nutrientes fundamentais para a saúde humana. Além disso, a indústria do pescado tem aumentado sua produção gradativamente todos os anos, consequentemente, contribuindo para o aumento de geração de resíduos a partir do processamento dos peixes. Dessa forma, estudos apresentam formas de aproveitamento a partir da CMS de tilápia, diminuindo a geração de resíduos e enriquecendo subprodutos nutricionalmente. Nesse contexto, o presente estudo de revisão teve como objetivo apresentar o desenvolvimento de novos produtos por meio de CMS de tilápia, abordando estudos que comprovam a importância do aproveitamento na cadeia alimentar e de forma a proporcionar alimentos de qualidade, de maneira mais acessível e reduzindo os impactos ambientais. Diante disso, há ações que podem atenuar essa problemática, pois a utilização dos resíduos na tecnologia de alimentos pode diminuir as perdas econômicas das indústrias, diminuir a contaminação do meio ambiente pelo descarte inadequado do lixo orgânico industrial e atender a demanda do consumidor, que está cada vez mais exigente.

Palavras-chave: pescado, resíduos, subprodutos, CMS.

INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) o consumo mundial per capita do pescado tem aumentado anualmente, em torno de 20 kg/hab/ano, contribuindo para a melhoria da qualidade da alimentação, devido à riqueza de proteínas com altos valores biológicos e nutricionais (1).

Do ponto de vista nutricional, o pescado é considerado um alimento fonte de proteínas, além de oferecer outros nutrientes fundamentais para saúde humana, tais como vitaminas, minerais e também, o peixe possui um óleo que é rico em ácidos graxos poli-insaturados ômega - 3, que auxilia na prevenção de doenças do coração, além de reduzir o colesterol, tornando-o um alimento indispensável na dieta (2).

Apesar da contribuição nutricional do pescado para a saúde, o consumo no Brasil encontra-se abaixo do recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) - 12 Kg per capita/ano, registrando-se média inferior a 10 Kg de pescado per capita por ano. Dessa forma, percebe-se a importância da elaboração de novos produtos com a inclusão do pescado, a fim de oferecer ao consumidor maiores opções de escolha (3).

De toda a produção de peixes no mundo, a tilápia do Nilo está entre as espécies mais produzidas e, no Brasil, essa espécie representa 60,6% da produção de pescados, colocando o país como o quarto maior produtor mundial da espécie. Seu cultivo tem aumentado devido à tolerância a uma ampla gama de condições ambientais, alta resistência ao estresse, às doenças e à capacidade de criação em cativeiro. O seu principal meio de comercialização é em filé congelado, e esse processamento resulta em alta geração de resíduos, que pode variar entre 65 a 68% da matéria-prima, ampliando ainda mais o desperdício na área produtiva dos alimentos (4).

Em média, 17% de todos os alimentos disponíveis para o consumo foram para o lixo, em 2019 – número que chega a 931 milhões de toneladas. Esse é o reflexo do desperdício dos alimentos, um problema grave que atinge o planeta como um todo e amplia o mapa da fome (5).

Diante disso, há ações que podem atenuar essa problemática, como exemplo, o aproveitamento do subproduto da tilápia, sendo uma alternativa a obtenção da Carne Mecanicamente Separada (CMS), de forma a proporcionar alimentos de qualidade, de maneira mais acessível e reduzindo os impactos ambientais (4).

Nesse contexto, o presente estudo de revisão teve como objetivo apresentar o desenvolvimento de novos produtos por meio de CMS de tilápia, abordando estudos que comprovam a importância do aproveitamento na cadeia alimentar, evitando o desperdício e diminuindo o mapa da fome.

CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), define carne mecanicamente separada como a carne obtida por processo mecânico de moagem e separação de ossos de animais de açougue, destinada à elaboração de produtos cárneos específicos, sendo um produto resfriado ou congelado.

Em suma, a Carne Mecanicamente Separada da tilápia é obtida a partir dos resíduos de filetagem da Tilápia, em que é feita a separação do material muscular agregado às espinhas do peixe por meio de processo de separação mecânica (despolpadeira). A CMS é isenta de partes indesejáveis, como ossos, vísceras e pele. Logo nota-se que esse processo permite o uso da maior parte da carne restante nos ossos, o que, de outra forma, seria difícil ou não rentável (6).

O uso de resíduos e subprodutos da filetagem da tilápia para a nutrição humana é de grande relevância, pois apresenta alto valor nutricional, fácil digestibilidade, alto teor proteico e baixo valor calórico e, sendo fonte de vitaminas e minerais. Além de ser responsável por diversos efeitos benéficos à saúde humana, como diminuição nas taxas de colesterol no sangue, e de doenças cardiovasculares, dentre outros (7).

Ademais, é válido destacar que a CMS é bastante suscetível à ação de micro-organismos patogênicos e deteriorantes. Isto ocorre devido a sua composição rica em nutrientes, aumento da superfície de contato, oxigenação e pH próximo a neutralidade. Portanto, é essencial adotar boas práticas de manipulação e fabricação, que vão desde o manejo, abate, evisceração, manipulação e armazenamento, para que não ocorra disseminação de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) (6).

Além disso, o aproveitamento desses resíduos agrega valor através da produção de novos produtos, podendo melhorar a economia financeira da empresa e evitando a contaminação ao meio ambiente pelo descarte inadequado de lixo orgânico industrial. Conseqüentemente, a gestão dos resíduos de forma adequada mantém a expansão da aquicultura e atende a demanda do consumidor (7).

Por isso, novas pesquisas sobre a CMS de tilápia devem ser desenvolvidas e utilizadas para a elaboração de novos produtos processados, tais como “*fishburger*”, nuggets, almôndegas, mortadela, linguiça, salsicha e outras preparações que forneçam energia e que favoreçam a boa aceitação do produto pelo público em geral.

DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

O hambúrguer é um produto apreciado popularmente, devido às suas características sensoriais positivas, ao aumento atual do número de fast foods e ao seu modo de preparo que é fácil e rápido. Dessa forma, o hambúrguer de CMS é uma importante forma de uso do subproduto, além de apresentar nutrientes importantes para a

saúde do consumidor. Ademais, deve-se salientar que no caso do hambúrguer com carne de pescado, usa-se também o termo “*fishburger*” para designá-lo (8).

Para a elaboração do “*fishburger*”, é feita uma massa em geral à base de CMS e água gelada ou gelo, e são adicionados outros ingredientes, como o cloreto de sódio, glutamato monossódico, proteína de soja texturizada previamente hidratada e temperos a gosto (sal refinado, alho em pó, orégano etc.) elaborados manualmente. A massa deve ser homogeneizada, pesada e enformada em forma de disco e armazenada em refrigeração/congelamento (-12°C a -18°C).

Estudo realizado por Mélo et al. (9), procurou avaliar aspectos sensoriais de um “*fishburger*” da CMS de tilápia. Nessa pesquisa, utilizou-se o teste de aceitação global, com 50 degustadores, no qual o provador deveria expressar por meio de uma escala hedônica estruturada de nove pontos o grau de gostar ou desgostar das amostras para avaliar a aceitabilidade dos parâmetros sensoriais de aspecto geral, aparência, sabor, odor e textura do “*fishburger*”. Os resultados obtidos a partir dos parâmetros analisados apresentaram média de 7,0 em uma escala que variava de um a nove pontos. Concluindo-se que o “*fishburger*” apresentou boa aceitação sensorial e que é uma boa opção de aproveitamento na indústria de alimentos.

O estilo de vida do consumidor atual tem se tornado mais agitado, auxiliando na busca por produtos que facilitem o seu dia a dia. Diante disso, os empanados tem se tornado uma alternativa interessante, cuja prática vem crescendo entre os processadores de produtos cárneos. Logo, outra forma de subproduto a partir da CMS de tilápia são os nuggets (10).

Para a elaboração do nuggets, é feito o trituração da CMS, adicionando o tripolifosfato hidratado, em seguida, adiciona proteína concentrada de soja, o amido de milho, os temperos (opcional) e por último, a gordura. Após a homogeneização a massa é armazenada e refrigerada. Posteriormente, a massa é empanada, armazenada e levada para a refrigeração (-18°C).

Estudo feito por Rosa et al. (11), realizaram-se uma avaliação sensorial em nuggets a partir do CMS de tilápia. Essa pesquisa avaliou a aceitação dos nuggets utilizando a Escala Hedônica de nove pontos, sendo avaliados os atributos cor, aroma, textura, sabor e impressão global mediante, com 80 crianças como avaliadoras. Os

resultados do índice de aceitabilidade mostraram que 77% gostaram do nuggets de CMS de tilápia, apresentando boa aceitabilidade sensorial pelos avaliadores.

A partir do aproveitamento de CMS da tilápia podemos ter mais um subproduto, as almôndegas, que são muito procuradas pelos consumidores por apresentar modo de preparo rápido e fácil. A CMS do pescado é uma carne triturada, facilitando a produção de produtos semelhantes a almondegas. Para obtenção das almôndegas, mistura-se o CMS de tilápia, farinha de trigo, ovo, glutamato monossódico e temperos (opcional) até formar uma massa homogênea e podem ser moldadas manualmente com aproximadamente 25 gramas e, em seguida, podem ser submetidas à fritura por imersão (170°C-190°C) em óleo de soja (12).

Estudo realizado por Neto et al. (13), verificaram a caracterização sensorial de almôndegas feitas por CMS de tilápia, como aplicação em merenda escolar. A análise sensorial foi realizada através do teste de aceitabilidade usando modelo de ficha de escala hedônica facial, com 60 crianças. As almôndegas de CMS de tilápia apresentaram 100% de aceitação e podem ser uma opção voltada para alimentação institucional.

O aumento da variedade de produtos cárneos no mercado alimentício aumentou a necessidade de estudar, melhorar e controlar as características físico-químicas desses alimentos. A apresentação de um embutido é de fundamental importância do ponto de vista do consumidor, sendo a textura um dos parâmetros críticos do produto final. Dessa forma, uma nova alternativa de subproduto a partir da CMS de tilápia são os embutidos que apresentam vantagem de aproveitamento de resíduos de filetagem, além de facilitar o armazenamento do produto e seu transporte. (2)

Alda et al. (4), realizaram uma avaliação sensorial em mortadelas feitas a partir da CMS de tilápia, com 100 degustadores que avaliaram as seguintes características: aroma, cor, sabor, textura e impressão global. Os resultados obtidos foram satisfatórios, a mortadela apresentou 75,96% de aceitação. Já outro estudo realizado por Silva et al.(13), apresentou 78% de aceitação de embutido tipo mortadela elaborada a partir deste mesmo subproduto.

Ainda há a possibilidade de trabalhar com diferentes formas de reaproveitamento de alimentos para a formulação de novos produtos embutidos a partir da CMS de tilápia. Santos et al. (15) desenvolveram um embutido com o subproduto do processamento de tilápias e pesquisaram a ação da Farinha de Albedo de Maracujá, obtida a partir da casca

de maracujá, como emulsificante na formulação do embutido. Além disso, Santos et al (16) pesquisaram também formas de redução do conteúdo de sódio na formulação desse embutido, com o intuito de melhorar as características de saudabilidade do mesmo.

Outro produto elaborado a partir da CMS de tilápia é a linguiça. Um estudo realizado por Santos et al. (14) procuraram avaliar aspectos sensoriais da linguiça feita da CMS de tilápia. Nessa pesquisa realizou-se o teste da escala hedônica, com 60 avaliadores. A linguiça apresentou 70% de aceitação para todos os atributos. Resultado semelhante do Sleder (2015) quando caracterizou linguiça de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com percentuais diferentes de gordura.

Com relação aos embutidos podemos ainda, citar a salsicha, que é muito procurada pelos consumidores por apresentar praticidade no seu modo de preparo. Ferreira et al. (2) avaliaram aspectos sensoriais a partir da aceitação global conforme a escala hedônica de nove pontos. Obteve aceitabilidade superior a 70% para todos os atributos, concluindo-se que é viável a produção do embutido emulsionado tipo salsicha de CMS de tilápia.

A introdução de novos produtos no mercado, com matérias-primas pouco conhecidas, aumenta a desconfiança por parte dos consumidores aos sabores e aparências diferentes. Logo, nota-se que as formulações desenvolvidas são alternativas para agregar valor à CMS, podendo contribuir para a saúde do consumidor, além de ser uma opção para incentivar o consumo do pescado.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a carne mecanicamente separada de tilápia se mostra como uma alternativa eficiente na indústria de produtos cárneos, relacionada a obtenção de alimentos com características satisfatórias. Além disso, apresenta possibilidade de elaboração de uma diversidade de produtos que possuem excelente riqueza de proteínas com altos valores nutricionais, auxiliando na busca dos consumidores por uma alimentação mais saudável.

Ademais, a utilização dos subprodutos na tecnologia de alimentos pode diminuir as perdas econômicas das indústrias, diminuir a contaminação do meio ambiente pelo descarte inadequado do lixo orgânico industrial e atender a demanda do consumidor, que está cada vez mais exigente.

Dessa forma, novas pesquisas sobre a CMS de tilápia devem ser desenvolvidas e utilizadas para a elaboração de novos produtos processados, aumentando a oportunidade de inserir o pescado na alimentação já que muitos estudos realizados abordam a boa aceitação sensorial.

REFERÊNCIAS

1. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2020.
2. Ferreira RC. Avaliação de diferentes processos na homogeneização e refino de embutido emulsionado tipo salsicha de tilápia (*Oreochromis niloticus*) de carne mecanicamente separada [Trabalho de Conclusão de Curso]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados; 2018. 17 p. Bacharel em Engenharia de Alimentos.
3. Souza MM, Morte ES, Cardoso RC. O pescado na alimentação escolar no Brasil: cenário, avanços e desafios. *Research, Society and Development*. 2021;10.
4. Alda PC. Elaboração de embutido, tipo mortadela, com resíduos do processo de filetagem da tilápia do nilo [Dissertação]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; 2018. 107 p. Mestrado em Zootecnia.
5. FAO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2021.
6. Souza TJ, Tsuyuguchi BB, Assis WD, Brito HC. Resiliência, sustentabilidade e desenvolvimento social sob a ótica da engenharia e agronomia. Maringá: *Ampla*; 2020. 8, Uso da carne mecanicamente separada (CMS) em produtos cárneos; p. 104-121.
7. Signor F R. Aprimoramento na qualidade nutricional da carne mecanicamente separada da tilápia do nilo e sua aplicação em empanados [Tese]. [place unknown]: Universidade Estadual do Oeste do Paraná; 2018. 68 p. Doutorado em recursos pesqueiros e engenharia de pesca.
8. Fogaça F H. Caracterização de surimi obtido a partir da carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo e elaboração de Fishburger. *Semina: Ciências Agrárias*. 2015;36(2):765-776.
9. Mélo H M, Galvão S M, Silva J G, Maciel M I, Moreira R T, Andrade S A, Mendes E S. Qualidade do fishbúrguer de carne mecanicamente separada de tilápia do nilo adicionado de fibra de trigo e óleo de milho. *ARS Veterinária*. 2014;30(1):023-031.

10. Melo R P, Andrade L A, Silva R E, Meireles B R, Fonseca S B, editors. Análises físicas de nuggets produzidos a partir da gelatina e CMS da tilápia. IV Encontro Nacional da Agroindústria; 2018. Produção e/ou tecnologia animal, vegetal e bebidas: [publisher unknown]; 2018. 6 p.
11. Rosa C A, Ferrandin D C, Sousa M M, Lima D P, editors. Desenvolvimento de nuggets de filé e polpa de tilápia com adição de linhaça (*Linum Usitatissimum* L.). i mostra científica de alimentos; 2015; Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2015. 167 p. v. 1.
12. Teixeira H. Descrição sensorial de almôndega de CMS de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), PELO MÉTODO DE PERFIL LIVRE [TCC]. Campo Mourão: Universidade tecnológica federal do paraná departamento acadêmico de alimentos curso engenharia de alimentos Campus campo mourão – PARANÁ; 2016. 41 p.
13. Neto AD, Nunes ML, Maia LP, Barbosa JM, Lira PP, Neto MA. Almôndegas de pirarucu e tilápia nilótica: caracterização e aplicação na merenda escolar. Acta of Fisheries and Aquatic Resources. 2018; 6:1-12.
14. Santos ME. Utilização de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) no desenvolvimento de linguiça frescal: agregação de valor e incentivo ao consumo do pescado [Trabalho de Conclusão de Curso]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2019. 54 p. Tecnologia em Alimentos.
15. Santos E A, Ribeiro A E, Oliveira A R, Monteiro M L, Mársico E T, Morgano M, Calibari M, Júnior M S. Exploitation of byproducts from the passion fruit juice and tilapia filleting industries to obtain a functional meat product. LWT Food Science and Technology. 2021;41.
16. Santos E A, Ribeiro A E, Oliveira A R, Monteiro M L, Mársico E T, Morgano M, Calibari M, Júnior M S. Sodium reduction in “spam-like” product elaborated with mechanically separated tilapia meat. Food Bioscience. 2021;148.

Capítulo 36

doi.org/10.53934/9786599539664-36

BIOPOLÍMEROS DE ALGINATO ADITIVADO COM RESÍDUO DE CENOURA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANTIOXIDANTE

Nilton França Gonçalves  ; **Thamires Thaise Silva dos Santos**  ; **Louryval Coelho Paixão**  ; **Mikele Cândida Sousa de Sant'Anna**  ; **Djavanina Azevêdo da Luz**  ; **João Gabriel Moreira da Silva**  ; **Audirene Amorim Santana** *;

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: audirene.santana@ufma.br

Resumo: Atualmente, um dos grandes problemas enfrentados pela sociedade mundial é o descarte indevido de embalagens não biodegradáveis no meio ambiente. Para minimizar esse grave problema, novas tecnologias e produtos vêm sendo desenvolvidos, isto é, a elaboração de materiais biodegradáveis quando descartados no meio ambiente. A utilização de biopolímeros formados por polímeros incorporados de compostos naturais, que conservam o alimento, mantendo a qualidade, aumentando a vida útil do produto, a proteção e inibição de compostos indesejáveis, vêm ganhando destaque como materiais de grande potencial para aplicação como revestimentos protetores comestíveis. O objetivo deste trabalho foi caracterizar físico-quimicamente biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura (*Daucus carota*, L.), conferindo-lhes atividade antioxidante. Estes foram obtidos pelo método *casting* utilizando a proporção de 1:1 (água:cenoura). Na obtenção dos filmes utilizou-se Delineamento Composto Central Rotacional, com 11 ensaios, variando a concentração de alginato e extrato de cenoura, tendo como respostas, umidade, espessura, solubilidade, permeabilidade ao vapor de água e carotenoides totais. A incorporação do extrato de cenoura aos filmes de alginato proporcionou um aumento na capacidade antioxidante destes, sem significantes alterações das características físico-químicas, tendo assim, potencial para utilização como filme com característica antioxidante.

Palavras-chave: alginato; antioxidantes; biodegradáveis; biopolímeros; cenoura

INTRODUÇÃO

A grande aceitação e a fácil adaptação aos avanços tecnológicos, à globalização e a busca pela praticidade no dia a dia vem afetando negativamente a sociedade, sobretudo quando se refere à poluição ambiental (1). O plástico, um dos principais causadores dessa poluição, por exemplo, está cada vez mais presente em nossas vidas, seja pelas compras em supermercados, pelo uso de máscaras descartáveis, computadores e até mesmo pelos serviços de *delivery* (2). Esse material se acumula no ambiente através das suas diferentes formas, da garrafa PET ao PVC, de vestidos a embalagens. E vários desses plásticos são de uso único, que em pouco tempo se tornam resíduos (3; 4; 5; 6).

Principalmente pelos princípios ambientais, esse cenário torna-se preocupante, uma vez que há a utilização de fontes não renováveis, assim como pelo tempo que esse

material leva para se degradar no meio ambiente (7). Logo, uma das alternativas empregadas para contornar essa situação é a utilização de biopolímeros para a produção de materiais biodegradáveis (8).

Biopolímeros ou bioplásticos são definidos como um material proveniente de base biológica que apresentam um poder biodegradável e surgem como alternativa às embalagens sintéticas/convencionais, ao passo que diminuem o impacto gerado ao meio ambiente. Os bioplásticos representam cerca de 1% de mais de 359 milhões de toneladas de plástico produzidas anualmente (9). Esses biopolímeros são confeccionados a partir de materiais de origem renovável, como o polissacarídeo, lipídio ou proteína, os quais apresentam potencial para a substituição de embalagens sintéticas na indústria de alimentos (10).

A Associação Brasileira de Indústria de Alimentos (ABIA) aponta que a indústria alimentícia é o setor que mais gera resíduos tanto no processamento de seus produtos, quanto na confecção de embalagens plásticas (11; 12). Logo, empresas desse setor vêm ganhando destaque no mercado atrelando fatores econômicos e socioambientais em busca de metodologias sustentáveis reaproveitando tais resíduos (13).

O uso desse bioplástico em embalagens para proteção de alimentos depende do custo e disponibilidade da matéria-prima, bem como de suas propriedades funcionais, tais como: propriedades mecânicas (resistência e flexibilidade), propriedades de barreira (vapor de água, oxigênio e dióxido de carbono), solubilidade em água, propriedades sensoriais e ópticas (sabor e cor). Essas propriedades dependem do biopolímero utilizado, das condições de fabricação (concentração da solução filmogênica, tipo e teor de plastificantes), e das condições ambientais (temperatura e umidade relativa). Outro parâmetro que apresenta influência nas propriedades dos biopolímeros é a espessura, porém, em geral, não é considerada em diversos estudos (14).

Dentre os diversos materiais pesquisados para a produção de biopolímeros, o alginato se destaca dos demais, devido a sua natureza termoestável e característica reológica ajustável. Esse material é um polissacarídeo linear obtido a partir de algas marinhas ou bactérias, sendo composto por ácidos β -D-manurônico (M) e do ácido α -L-gulurônico (G), distribuídos ao longo da cadeia. Além disso, esse composto detém inúmeras aplicações nas indústrias alimentícias, farmacêuticas, biomédicas e têxteis, por apresentar características de biodegradabilidade, ausência de toxicidade e ação gelificante e espessante (15; 16).

O alginato de sódio não apresenta propriedades mecânicas adequadas para confecção de biopolímeros, no entanto, faz-se uso da adição de plastificantes para reduzir a fragilidade, melhorar o escoamento, aumentar a flexibilidade, tração e resistência ao impacto. Plastificantes como o glicerol, que apresenta solubilidade em água e maior capacidade de incorporação na estrutura polimérica em comparação a outros plastificantes (sorbitol e triacetina) tem se mostrado adequado para confecção de biofilmes (14).

No entanto, mesmo com propriedades mecânicas adequadas, sistemas com alginato de sódio e glicerol, em função da sua alta higroscopicidade, apresentam limitações em sua aplicação, pois apresentam baixa resistência à água. Como alternativa, filmes preparados a partir de polissacarídeos têm sido submetidos a processos de reticulação visando diminuir a solubilidade em água. Filmes de alginato de sódio têm sido reticulados com concentrações baixas de solução aquosa de CaCl_2 , garantido assim, menor solubilidade em água e maior permeabilidade a vapores de água (14; 17).

Na confecção do biopolímeros, pode-se fazer a adição de compostos (agente antioxidante, antimicrobiano, metais, óleos essenciais) que não causarão modificações no cheiro, gosto e sabor dos alimentos a serem recobertos ou embalados. Esses compostos podem migrar do biopolímero/embalagem para o alimento promovendo uma diminuição da ação da oxidação lipídica ocasionando um aumento na vida de prateleira, além de inibir a proliferação de fungos fitopatológicos e colônias de bactérias patogênicas de interesse alimentar (18;19). Neste trabalho, foi utilizado a cenoura (*Daucus carota*, L.), por apresentar alto teor nutritivo proveniente de seus compostos, tais como o retinol (vitamina A), α -caroteno e β -caroteno, que caracteriza a sua coloração alaranjada além de ser também o precursor da vitamina A. Esse vegetal também é rico em fibras. Assim, ela é classificada como alimento vitaminado (20; 21).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi a produção de biopolímeros de alginato de sódio aditivado com compostos antioxidantes encontrados na cenoura (*Daucus carota*, L.), para possível aplicação em recobrimentos de alimentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Matérias-primas

Os materiais utilizados para a confecção dos biopolímeros, foram alginato de sódio (Synth, Brasil) e resíduos de cenoura (*Daucus carota*, L.), adquiridas no centro de distribuição de abastecimento de alimentos (CEASA) de São Luís – MA. Como agente plastificante foi utilizado o glicerol (Synth, Brasil) e como agente reticulante o cloreto de cálcio dihidratado ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (Merck, Brasil).

Metodologia experimental

Produção do extrato de cenoura

Os resíduos de cenouras (continha pedaços, cascas, etc., porém em estado de consumo) foram lavadas em água corrente, submersas em água clorada e em água corrente novamente. Após o processo de lavagem, foram cortadas em pedaço e trituradas em liquidificador doméstico (Potência 450W, modelo MAGD 19108, Arno, São Paulo, Brasil), na proporção 1:1 (água: resíduo de cenoura). Em seguida, foi feito o processo de filtração com utilização de uma peneira de 120 mesh. O extrato foi produzido na quantidade desejada de acordo com cada formulação, visto que os carotenoides presentes na cenoura poderiam ser degradados na presença de luz e no armazenamento.

Tabela 9 - Quantidade de extrato de resíduo de cenoura empregado para cada ensaio.

Ensaio	Extrato de Cenoura (g)
1	63,2
2	143,2
3	63,2
4	143,2
5	40
6	200
7	120
8	120
9	120
10	120

Fonte: Autores.

Elaboração dos biopolímeros – ensaios de definição da metodologia

Ensaio preliminares foram realizados a fim de obter a formulação ideal, visto que na literatura pesquisada não foram encontrados estudos com o extrato de cenoura.

A elaboração dos biopolímeros seguiu o fluxograma indicado na Figura 1.

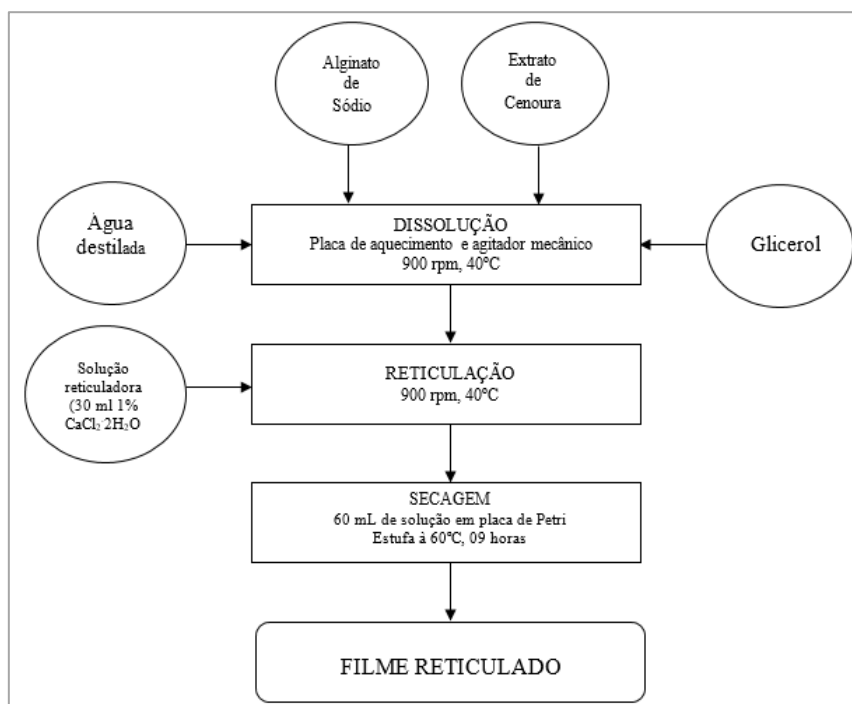


Figura 1 - Fluxograma da confecção dos biopolímeros.

Fonte: Autores.

Nos testes preliminares foram obtidos resultados inesperados, tais como, formação de colônias de fungos, ressecamento e queima do material (Figura 2), que ocorreram devido ao processo de operação inadequado. A repetição dos ensaios possibilitou determinar as quantidades, o tempo e a temperatura de operação.

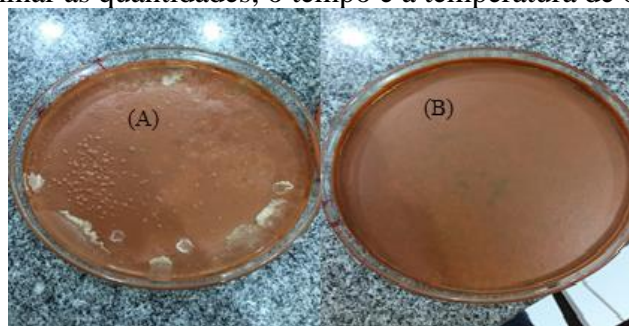


Figura 2 - Fotografias dos biopolímeros em placa de Petri após a etapa de secagem. (A) possível formação de colônias de fungos; (B) queima e/ou ressecamento da amostra.

Fonte: Autores.

Processo de fabricação dos biopolímeros

Os filmes foram produzidos pelo método *casting*, que consiste na preparação da solução filmogênica e aplicação conveniente da mesma em um suporte (placas de Petri, d = 15 cm). O pH da solução foi medido, mas não controlado. A espessura dos filmes foi controlada através da massa de solutos na solução filmogênica vertida no suporte (aproximadamente 60 ml). A concentração de glicerol foi fixada em 3 ml. A secagem dos filmes foi a 60°C em estufa com circulação de ar, durante 9 horas. Após a secagem, os filmes foram removidos do suporte e armazenados em dessecador com sílica.

Nos testes preliminares, avaliou-se diferentes formulações variando a quantidade de extrato de cenoura e de alginato. Tendo-se os dados dos parâmetros a serem analisados, aplicou-se um planejamento experimental – Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) – para a produção dos filmes, totalizando 11 ensaios (Tabela 2).

Tabela 10 - Formulação dos biopolímeros produzidos.

Ensaio	Extrato de cenoura (g)		Alginato (g)		Glicerol (ml)
	Codificados	Reais	Codificados	Reais	
1	-1	63,2	-1	6,58	3
2	+1	143,2	-1	6,58	3
3	-1	63,2	+1	9,41	3
4	+1	143,2	+1	9,41	3
5	-1,41	40	0	8	3
6	+1,41	200	0	8	3
7	0	120	-1,41	6	3
8	0	120	+1,41	10	3
9	0	120	0	8	3
10	0	120	0	8	3
11	0	120	0	8	3

Fonte: Autores.

Para cada ensaio foi utilizada a quantidade de extrato de cenoura, alginato e glicerol descritos na Tabela 2, sendo adicionado quando necessário, determinada quantidade de água destilada em um béquer, até completar 200 ml de solução polimérica.

As soluções referentes a cada formulação foram agitadas com um agitador mecânico sobre um agitador magnético com aquecimento, com temperatura de 40°C por 30 minutos. Após, foi adicionado lentamente com auxílio de uma bureta, a solução reticuladora – 30 ml, 1% de cálcio dihidratado ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sob agitação por mais 10 minutos.

Caracterização dos biopolímeros

Os biopolímeros foram caracterizados, quanto ao seu aspecto visual, espessura, umidade, solubilidade em água, permeabilidade ao vapor de água (PVA) e carotenoides totais. Foi feita ainda análise estatística dos dados, obtendo-se as superfícies de respostas e as curvas de contorno dos respectivos parâmetros analisados, e Análise de Variância (ANOVA).

- **Aspecto visual e coloração**

Foi realizada avaliação subjetiva, através das observações visuais e táteis, visando identificar os filmes mais homogêneos (ausência de partículas insolúveis), contínuos (ausência de rupturas ou zonas quebradiças), com uma superfície lisa, que facilite o manuseio e coloração uniforme (predominância da coloração das cenouras – alaranjado).

- **Conteúdo de umidade (ω)**

O conteúdo de água dos biopolímeros equilibrados em ambientes a 52% UR a 25°C foi determinado por gravimetria de amostras em triplicata de cada formulação. As amostras foram previamente cortadas e pesadas (corte em forma de círculo, com diâmetro igual a 4 cm). Em seguida, foram colocadas em estufa a 105°C durante 24 horas e após, pesadas novamente. O cálculo da umidade foi realizado pela Equação 1, e expressa em fração de massa.

$$\omega = \frac{m_i - m_s}{m_i} \cdot 100 \quad (1)$$

onde: ω é a fração de massa de umidade do filme; m_i é a massa total inicial da amostra do filme (g); m_s é a massa seca da amostra do filme (g).

- **Solubilidade (S)**

A massa solubilizada em água dos filmes (S), foi determinada segundo metodologia proposta por Irissin-Mangata et al. (22). A massa (m_u) de três amostras de cada filme foi quantificada e imersa em 50 ml de água destilada sob agitação constante por 24 horas, utilizando-se uma mesa agitadora. Após esse processo, o filme foi levado à estufa para a determinação da massa seca final (m_f). A matéria solubilizada foi expressa em função da massa seca inicial, sendo os valores obtidos através da Equação 2.

$$S = \left[\frac{m_u(1-\omega) - m_f}{m_u(1-\omega)} \right] \cdot 100 \quad (2)$$

- **Espessura (δ)**

A espessura (δ) foi medida através de um micrometro digital. A espessura final foi calculada pela média aritmética de dez repetições aleatórias sobre a superfície dos filmes, para as análises de permeabilidade ao vapor de água. Essas medidas foram obtidas após o período de acondicionamento dos filmes (52% UR a 25°C).

- **Permeabilidade ao vapor de água (PVA)**

A PVA foi determinada em ambiente a 25°C, de acordo com o método E96-96M-16 (23), utilizando uma pequena célula de acrílico com uma tampa, dotada de uma abertura central, na qual se fixou o filme. O fundo da célula foi preenchido com cloreto de cálcio granulado (Ecibra, Brasil) para manter 0% de UR. Essa célula foi colocada dentro de outro recipiente de acrílico, hermeticamente fechado (Figura 12). O fundo desse segundo recipiente contém uma solução saturada de NaCl (Synth, Brasil) para manter o ambiente a 75% de UR, obtendo-se assim uma diferença constante de pressão de vapor d'água, ΔP_ω . O aumento de massa total da célula, que foi monitorada ao longo do tempo

(cerca de 72 horas), corresponde à taxa de água que permeou pelo filme (G) e que foi usado na Equação 3 para calcular a PVA.

$$PVA = \left[\frac{24}{A_e \cdot \Delta P_w \cdot UR} \right] \cdot G \cdot \delta \quad (3)$$

onde: PVA é a permeabilidade de vapor de água do filme [(g.mm) / (m².dia.kPa)]; δ é a espessura do filme (mm); A_e é a área da superfície exposta do filme (m²); ΔP_w é a diferença de pressão parcial através do filme (kPa); G é o coeficiente angular da reta de ajuste aos pontos experimentais em um gráfico da massa *versus* tempo (g/dia); UR é a umidade relativa do segundo recipiente.

- **Conteúdo de carotenoides totais**

A determinação do teor de carotenoides totais foi feita seguindo metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (24), baseada na extração em acetona e separação em éter de petróleo. A leitura da cor foi feita em espectrofotômetro (modelo DU-7-B340, Beckman, Krefeld, Alemanha) a 450 nm, comprimento de onda do β -caroteno, carotenoides predominantes na cenoura. Foi utilizado éter de petróleo puro como branco. As análises foram feitas com o extrato da cenoura e com os biopolímeros macerados. O cálculo foi feito através da Equação 4.

$$Carotenoides_Totais = \frac{Abs \cdot V \cdot 10^6}{A_{1cm}^{1\%} \cdot m \cdot 100} \quad (4)$$

onde: $Carotenoides_Totais$ é expresso em (mg/g); V é o volume da diluição (ml); Abs é a máxima absorbância média; $A_{1cm}^{1\%} = 2592$; absortividade para o β -caroteno em éter de petróleo e m é a massa da amostra (g).

- **Análise estatística dos dados**

Para análise das características dos biopolímeros, foi feita análise de Variância (ANOVA), falta de ajuste (Test F), determinação do coeficiente de regressão e geração de superfícies de respostas, através do *software* Statistica 9.0 (StatSoft, Inc., USA). Somente as variáveis com 90% ($p < 0,10$) foram consideradas estaticamente significativas, utilizando a Equação 5.

$$Y = \pm B_0 \pm B_1 X_1 \pm B_2 X_2 \pm B_{11} X_1^2 \pm B_{22} X_2^2 \pm B_{12} X_1 X_2 \quad (5)$$

onde: Y é a resposta (variável dependente); B_0 é coeficiente de regressão constante; B_1 e B_2 são os coeficientes de regressão linear; B_{11} e B_{22} são os coeficientes de regressão quadráticos, B_{12} é a interação, X_1 e X_2 correspondem a concentração de alginato de sódio e extrato de cenoura, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos biopolímeros

Após a confecção dos 11 biopolímeros de alginato de sódio aditivados com extrato de resíduos de cenoura, foram feitas diferentes análises para caracterizá-los, como espessura, solubilidade, umidade, permeabilidade ao vapor de água e conteúdo de carotenoides totais. Foi feita avaliação subjetiva do aspecto visual dos biopolímeros, em

que todos apresentaram colocação alaranjada, cor característica das cenouras, além disto, os biopolímeros apresentaram aspecto liso e homogêneo.

Conteúdo de umidade e massa solubilizável em água

Os resultados de conteúdo de umidade e solubilidade em água dos biopolímeros de alginato de sódio aditivados com as diferentes quantidades de extrato de cenoura são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Conteúdo de umidade e solubilidade em água dos biopolímeros aditivados com extrato de cenoura.

Ensaio	Umidade (%)	Solubilidade (%)
1	27,86±0,005	28,65±0,606
2	28,20±0,006	24,10±0,509
3	24,35±0,003	16,13±0,983
4	21,99±0,002	25,62±0,668
5	30,78±0,001	7,04±0,574
6	40,28±0,001	12,44±2,922
7	32,53±0,001	47,45±2,065
8	31,46±0,002	7,99±0,553
9	22,35±0,001	12,72±2,578
10	22,94±0,000	17,38±1,486
11	23,69±0,000	10,39±0,359

Média ± desvio padrão das repetições. Fonte: Autores.

De acordo com a Tabela 3, pode-se observar que o conteúdo de umidade dos biopolímeros apresentou valores próximos para os 11 ensaios, porém o ensaio 6 foi o que houve maior variação do teor de umidade, no entanto, este ensaio foi o produzido com a máxima quantidade de extrato de cenoura. O teor de umidade em média foi de 27,85 g/100 g de massa seca, valor este próximo ao obtido por Hirpara et al. (25) que foi de aproximadamente 20,34 g/100 g de massa seca em estudos de filmes à base de fécula de batata.

A solubilidade em água dos biopolímeros também apresentou bastante variância nos valores, o que pode ser observado na análise estatística abaixo. A solubilidade dos biopolímeros em média foi de 16,13%, valor este próximo ao encontrado por Lopes et al. (14), que foi de 18,37% e 9,21% estudando dois estágios de reticulação para biopolímeros de alginato e mesocarpo de coco babaçu, sendo o mesmo percentual de cálcio utilizado neste trabalho. No entanto, como podemos observar na Tabela 3, biopolímeros de alginato, são bastantes solúveis em água, apresentando assim grande potencial para o uso como embalagens biodegradáveis.

Para a análise estatística, foram calculados os efeitos das variáveis independentes sobre as respostas estudadas, bem como o erro, o coeficiente t de student e a significância estatística (p). Após a eliminação dos fatores não-significativos, verificou-se a significância da regressão e da falta de ajuste a um nível de significância de 10%, através de uma Análise de Variância (ANOVA), utilizando o teste F para o planejamento experimental estudado.

Nas Tabelas 4 a 5 estão apresentadas as estimativas dos efeitos lineares, quadráticos e das interações, respectivamente, para a resposta conteúdo de umidade e

solubilidade em água dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de resíduos de cenoura.

Tabela 4 - Teste de significância para a resposta conteúdo de umidade (%) dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura.

Fatores	Efeito estimado	Erro padrão	t (5)	p – valor
Média	22,99	3,391	6,780	<0,0001
Ext. de cenoura (L)	2,85	4,154	0,686	0,523
Ext. de Cenoura (Q)	8,45	4,944	1,710	0,148
Alginato (L)	-2,80	4,154	-0,675	0,530
Alginato (Q)	4,92	4,944	0,995	0,365
Ext. de cenoura x Alginato	-1,35	5,874	-0,230	0,827

* Significativo a $p \leq 0,10$. Fonte: Autores.

Tabela 5 - Teste de significância para a resposta solubilidade em água (%) dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura.

Fatores	Efeito estimado	Erro padrão	t (5)	p – valor
Média	13,50	4,655	2,899	0,034
Ext. de cenoura (L)	3,15	5,702	0,552	0,605
Ext. de Cenoura (Q)	-1,31	6,786	-0,193	0,855
Alginato (L)	-16,70	5,702	-2,929	0,033*
Alginato (Q)	16,67	6,786	2,457	0,057*
Ext. de cenoura x Alginato	7,02	8,063	0,870	0,424

* Significativo a $p \leq 0,10$. Fonte: Autores.

De acordo com a Tabela 4, para o conteúdo de umidade dos biopolímeros de alginato adicionado de extrato de cenoura, os parâmetros estudados não apresentaram significância ($p \leq 0,10$). Isto indica que para qualquer ensaio dentro da faixa em estudo para concentração de extrato de cenoura e concentração de alginato, as variáveis independentes não influenciaram significativamente o conteúdo de umidade. Por outro lado, a concentração de alginato influenciou a resposta solubilidade em água (Tabela 4).

Como os fatores para a resposta conteúdo de umidade não foram significativos, não foi possível gerar análise de variância. Com a eliminação dos fatores não-significativos, verificou-se a significância da regressão e da falta de ajuste em relação a 90 % de confiança ($p \leq 0,10$), através do teste F, na Análise de Variância para a resposta solubilidade em água, respectivamente (Tabela 6).

O coeficiente de determinação (R^2) para o modelo ajustado para a resposta solubilidade em água foi de aproximadamente 0,72, indicando que o modelo explicou 71,75 % da variação dos dados observados.

O modelo codificado proposto para representar a solubilidade em água, dentro dos limites de concentrações extrato de cenoura e alginato estudados, é descrito pela Equação 6.

$$\text{Solubilidade em água} [\%] = 12,88 - 8,35C_A + 8,53C_A^2 \quad (6)$$

onde: C_A representa a variável concentração de alginato.

Os modelos apresentaram regressão significativa ao nível de 90 % de confiança ($F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$) e falta de ajuste em relação ao erro puro não significativa no mesmo

nível de confiança ($F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabelado}}$). Portanto, o modelo ajustado para a solubilidade em água dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura foi considerado preditivo.

Tabela 6 - ANOVA do modelo ajustado para a resposta solubilidade em água (%) dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura.

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F _{Calculado}	F _{Tabelado}
Regressão	1007,43	2	503,71	10,16	3,11
Resíduos	396,58	8	49,57		
- Falta de ajuste	371,25	6	61,88	4,89	9,33
- Erro puro	25,33	2	12,67		
Total	1404,01	10	140,40	$R^2 = 71,75\%$	

SQ: Soma quadrática; GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado médio. Fonte: Autores.

A Figura 3 mostra a superfície de resposta e curva de contorno geradas através do modelo proposto para solubilidade em água.

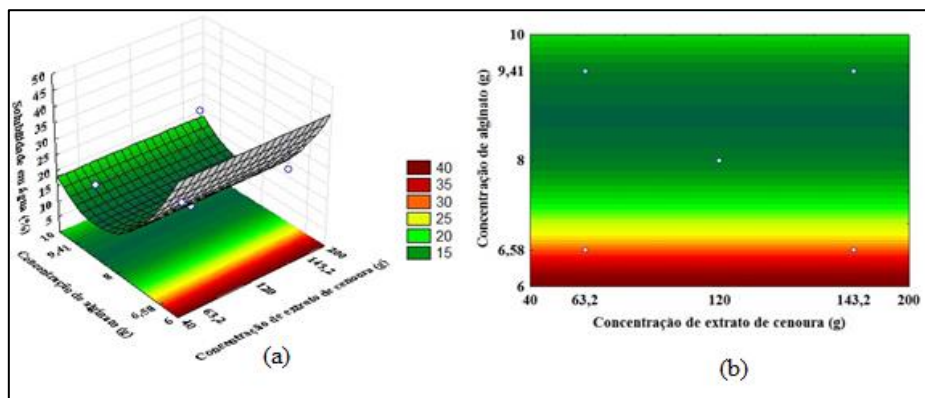


Figura 3 - Superfícies de resposta (a) e curva de contorno (b) para a solubilidade em água dos biopolímeros aditivado com extrato de cenoura.

Fonte: Autores.

De acordo com a Figura 3, a concentração de alginato de sódio foi a variável que mais influenciou a solubilidade dos biopolímeros, sendo que os menores valores de solubilidade foram obtidos quando se utilizaram as maiores concentrações de alginato. Porém, a solubilidade independe da concentração de extrato de cenoura empregada.

Espessura e permeabilidade ao vapor de água (PVA)

Os resultados de espessura e permeabilidade ao vapor de água dos biopolímeros de alginato de sódio aditivados com as diferentes concentrações de extrato de cenoura são apresentados na Tabela 7. Os valores dos ensaios experimentais de espessura variaram de 0,17 a 0,28 mm, valores próximos aos encontrados por Paixão et al. (26), que teve variação de 0,10 a 0,36 mm, estudando filmes de alginato de sódio nas mesmas condições de volume de dispersão adicionado nas placas de Petri de 15 cm de diâmetro. Para a resposta PVA, a variação foi de 5,56 a 10,49 g.mm/m².dia.kPa, com valor médio de 9,10 g.mm/m².dia.kPa. Este valor foi próximo ao obtido por Araruna et al. (27), que foi de 6,71 g.mm/m².dia.kPa, estudando as propriedades de filmes curativos à base mesocarpo de babaçu e *Aloe vera* nas proporções de 0%, 5%, 8% e 10%.

Tabela 7 - Espessura e permeabilidade ao vapor de água (PVA) dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura.

Ensaio	Espessura (mm)	PVA (g.mm/m ² .dia.kPa)
1	0,17±0,005	9,61±0,035
2	0,21±0,002	6,69±0,190
3	0,21±0,024	7,52±0,251
4	0,25±0,002	8,53±0,340
5	0,21±0,005	10,49±0,275
6	0,28±0,025	9,62±0,316
7	0,17±0,010	5,56±0,332
8	0,23±0,014	7,59±0,296
9	0,20±0,005	9,10±0,070
10	0,21±0,012	9,20±0,146
11	0,22±0,005	9,19±0,130

Média ± desvio padrão das repetições. Fonte: Autores.

Para a análise estatística, foram calculados os efeitos das variáveis independentes sobre as respostas estudadas, bem como o erro, o coeficiente t de student e a significância estatística (p). Após a eliminação dos fatores não-significativos, verificou-se a significância da regressão e da falta de ajuste a um nível de confiança de 90% ($p \leq 0,10$), através de uma Análise de Variância (ANOVA), utilizando o teste F para o planejamento experimental estudado.

Nas Tabelas 8 e 9 estão apresentadas as estimativas dos efeitos lineares, quadráticos e das interações, respectivamente, para a resposta espessura e permeabilidade ao vapor de água dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de resíduos de cenoura.

De acordo com a Tabela 8, para a espessura dos biopolímeros de alginato adicionado de extrato de cenoura, os efeitos dos parâmetros concentração de extrato de cenoura linear e quadrático e concentração de alginato linear foram significantes ao nível de 90% de confiança ($p \leq 0,10$). Isto indica que na parte linear das concentrações de extrato de cenoura ou alginato, quanto maior a concentração, maior a espessura. O efeito quadrático positivo da concentração de extrato também foi significativo, o que explica uma elevada espessura com concentrações baixas e altas. Por outro lado, a PVA foi influenciada somente pela concentração linear de extrato de cenoura (efeito negativo), indicando que as maiores PVA foram obtidas nas menores concentrações de extrato de cenoura. A concentração quadrática de alginato (efeito negativo) e interação (efeito positivo) também influenciaram esta resposta (Tabela 9).

Tabela 8 - Teste de significância para a resposta espessura (mm) dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura.

Fatores	Efeito estimado	Erro padrão	t (5)	p – valor
Média	0,21	0,006	34,20	<0,0001
Ext. de cenoura (L)	0,05	0,008	5,98	0,002*
Ext. de Cenoura (Q)	0,03	0,009	2,80	0,038*
Alginato (L)	0,04	0,008	5,75	0,002*
Alginato (Q)	-0,02	0,009	-1,76	0,139
Ext. de cenoura x Alginato	0,00	0,011	0,23	0,824

* Significativo a $p \leq 0,10$. Fonte: Autores.

Tabela 9 - Teste de significância para a resposta permeabilidade ao vapor de água (g.mm/m².dia.kPa) dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura.

Fatores	Efeito estimado	Erro padrão	t (5)	p – valor
Média	9,17	0,303	30,25	0,000
Ext. de cenoura (L)	-0,78	0,371	-2,11	0,088*
Ext. de Cenoura (Q)	0,77	0,442	1,75	0,140
Alginato (L)	0,65	0,371	1,76	0,139
Alginato (Q)	-2,70	0,442	-6,12	0,002*
Ext. de cenoura x Alginato	1,97	0,525	3,75	0,013*

* Significativo a $p \leq 0,10$. Fonte: Autores.

Com a eliminação dos fatores não-significativos, verificou-se a significância da regressão e da falta de ajuste em relação a 10 % de significância ($p \leq 0,10$), através do teste F, na Análise de Variância para as respostas espessura e PVA, respectivamente (Tabela 10 e 11).

Tabela 10 - ANOVA do modelo ajustado para a resposta espessura (mm) dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura.

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F _{Calculado}	F _{Tabelado}
Regressão	0,01	4	0,00	24,91	3,18
Resíduos	0,00	6	0,00		
- Falta de ajuste	0,00	4	0,00	1,26	9,24
- Erro puro	0,00	2	0,00		
Total	0,01	10	0,00	$R^2 = 94,32\%$	

SQ: Soma quadrática; GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado médio. Fonte: Autores.

Tabela 11 - ANOVA do modelo ajustado para a resposta permeabilidade ao vapor de água (g.mm/m².dia.kPa) dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura.

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F _{Calculado}	F _{Tabelado}
Regressão	20,08	5	4,02	14,58	3,45
Resíduos	1,38	5	0,28		
- Falta de ajuste	1,37	3	0,46	155,03	9,16
- Erro puro	0,01	2	0,00		
Total	21,46	10	2,15	$R^2 = 93,58\%$	

SQ: Soma quadrática; GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado médio. Fonte: Autores.

Os coeficientes de determinação (R^2) para os modelos ajustados para as respostas espessura e PVA foram de 94,32 % e 93,58 %, respectivamente. Estes R^2 foram considerados muito bons e com isto foi possível obter modelos e superfícies de respostas.

Os modelos apresentaram regressão significativa ao nível de 90 % de confiança ($F_{\text{Calculado}} > F_{\text{Tabelado}}$) e falta de ajuste em relação ao erro puro não significativa no mesmo nível de confiança ($F_{\text{Calculado}} < F_{\text{Tabelado}}$) para a resposta espessura. Portanto, o modelo ajustado para a espessura dos biopolímeros de alginato aditivado de extrato de cenoura foi considerado preditivo. Para a resposta PVA, o modelo ajustado foi considerado preditivo, mas com falta de ajuste em relação ao erro puro ($F_{\text{calculado}}$ superior ao F_{tabelado}). Isso ocorreu devido ao fato de a média quadrática (QM) do erro puro apresentar um valor

muito inferior à QM da falta de ajuste (devido à boa repetibilidade dos ensaios nos pontos centrais). Isso faz com que a razão entre eles resulte num valor muito alto.

O modelo codificado proposto para representar a espessura dos biopolímeros dentro dos limites de concentrações extrato de cenoura e alginato, é descrito pela Equação 7. O modelo codificado proposto para representar PVA, dentro dos limites de concentrações extrato de cenoura e alginato estudados, é descrito pela Equação 8.

$$\text{Espessura [mm]} = 0,21 + 0,02C_{EC} + 0,02C_A + 0,01C_{EC}^2 - 0,01C_A^2 \quad (7)$$

$$\text{PVA [g} \cdot \text{mm / m}^2 \cdot \text{dia} \cdot \text{kPa]} = 9,17 - 0,39C_{EC} - 1,35C_A^2 + 0,98C_{EC}C_A \quad (8)$$

onde: C_{EC} representa a variável concentração de extrato de cenoura e; C_A representa a variável concentração de alginato.

Nas Figuras 4 e 5, encontram-se as superfícies de respostas e curvas de contorno para as respostas espessura e PVA dos biopolímeros de alginato de sódio aditivados com extrato de resíduos de cenoura. Os valores mais baixos de espessura foram encontrados nas menores concentrações de extrato de cenoura e alginato. Por outro lado, os menores valores de PVA foram obtidos nas faixas maiores de concentração de extrato de cenoura e nas menores e maiores concentrações de alginato.

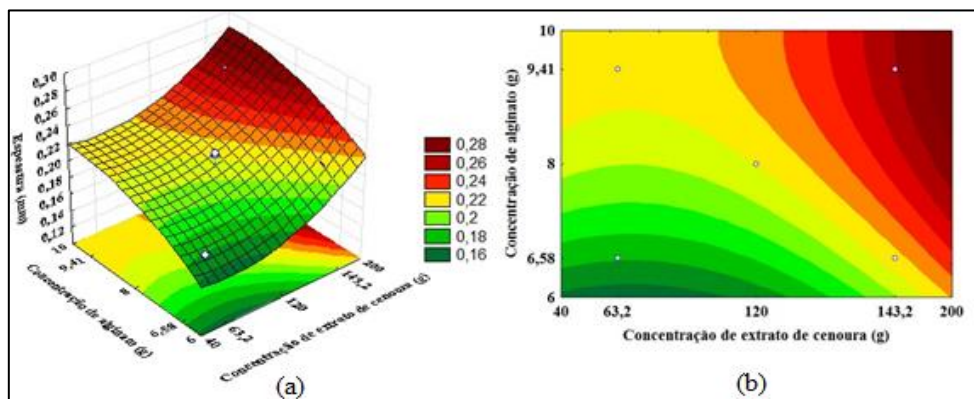


Figura 4 - Superfícies de resposta (a) e curva de contorno (b) para a espessura dos biopolímeros aditivado com extrato de cenoura.

Fonte: Autores.

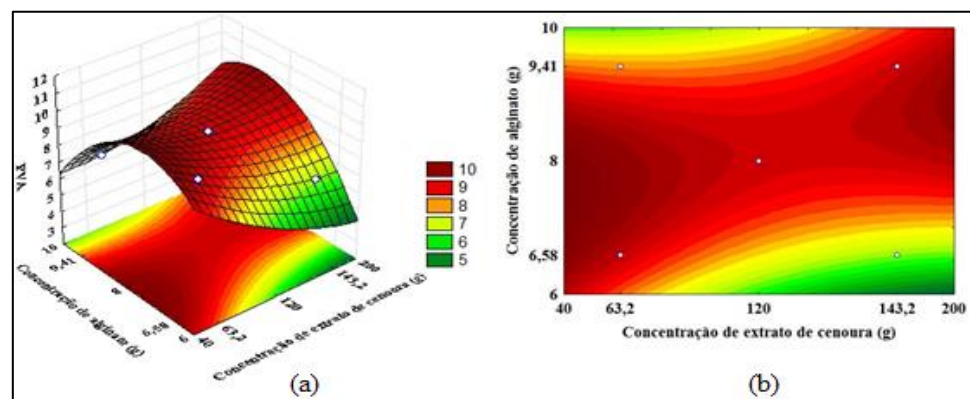


Figura 5 - Superfícies de resposta (a) e curva de contorno (b) para a permeabilidade ao vapor de água dos biopolímeros aditivado com extrato de cenoura.

Fonte: Autores.

De acordo com a Figura 5, a permeabilidade ao vapor de água dos biopolímeros de alginato de sódio aditivos com extrato de cenoura, foi influenciada pela concentração de alginato e também pela concentração de extrato de cenoura. Como podemos observar os maiores valores da PVA encontram-se nas menores concentrações de extrato de cenoura e nas concentrações de alginato intermediárias.

Conteúdo de carotenoides totais

Os resultados das análises de conteúdo de carotenoides totais obtidos para os biopolímeros de alginato de sódio aditivado de extrato de cenoura são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Conteúdo de carotenoides totais dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura.

Ensaio	Carotenoides totais (mg/100g)
1	9,01±0,49
2	7,09±0,19
3	9,43±0,28
4	11,35±0,30
5	7,03±0,29
6	8,19±0,18
7	13,84±0,26
8	15,85±0,44
9	9,21±0,23
10	9,05±0,22
11	9,48±0,21

Média ± desvio padrão das repetições. Fonte: Autores.

Como podemos observar na Tabela 12, o conteúdo de carotenoides totais analisados nos 11 ensaios estudado no planejamento experimental, apresentou valores bem distintos. A maior fixação dos carotenoides se deu nos ensaios 7 e 8, onde foi empregado 60% do extrato de cenoura e o máximo da quantidade de alginato. O 5º ensaio apresentou menor fixação dos carotenoides, isto se deu ao fato de que a quantidade de extrato de cenoura empregada foi a mínima utilizada no trabalho.

O conteúdo de carotenoides totais encontra-se na faixa de 7,09 a 15,85 mg/100g apresentando valor médio igual a 9,21 mg/100g. Resultado superior ao encontrado por González-Peña et al. (28) que observaram para cenoura, valor médio de carotenoides igual a 5,47 mg/100g.

Na Tabela 13 são apresentadas as estimativas dos efeitos lineares, quadráticos e das interações, respectivamente, para a resposta conteúdo de carotenoides totais dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura.

Tabela 13 - Teste de significância para a resposta conteúdo de carotenoides totais ($\mu\text{g/g}$) dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura.

Fatores	Efeito estimado	Erro padrão	t (5)	p – valor
Média	9,25	0,784	11,80	<0,0001
Ext. de cenoura (L)	0,34	0,960	0,35	0,738
Ext. de Cenoura (Q)	-2,57	1,142	-2,25	0,075*
Alginato (L)	1,88	0,960	1,96	0,107*
Alginato (Q)	4,57	1,142	4,00	0,010*
Ext. de cenoura x Alginato	1,92	1,357	1,41	0,216

* Significativo a $p \leq 0,10$. Fonte: Autores.

Como pode-se visualizar na Tabela 13, os carotenoides totais dos biopolímeros de alginato adicionado de extrato de cenoura apresentaram efeitos negativo quadrático para o parâmetro concentração de extrato de cenoura e efeitos positivos linear e quadrático para concentração de alginato ao nível de 10% de significância ($p \leq 0,10$). Isto explica que a concentração de extrato de cenoura apresentou concavidade negativa nas quais os carotenoides diminuem ou aumentam com a presença de menores ou maiores concentrações. Já os efeitos para a concentração de alginato foram positivos tanto para a parte linear quanto para a quadrática. Indicando, que quanto maiores as concentrações de alginato maiores os valores de carotenoides totais.

Com a eliminação dos fatores não-significativos, verificou-se a significância da regressão e da falta de ajuste em relação a 90 % de confiança ($p \leq 0,10$), através do teste F, na Análise de Variância para a resposta conteúdo de carotenoides totais (Tabela 14).

Tabela 14 - ANOVA do modelo ajustado para a resposta conteúdo de carotenoides totais ($\mu\text{g/g}$) dos biopolímeros de alginato aditivados com extrato de cenoura.

Fonte de variação	SQ	GL	QM	F _{Calculado}	F _{Tabelado}
Regressão	63,86	4	16,00	10,14	3,18
Resíduos	9,44	6	1,57		
- Falta de ajuste	9,35	4	2,34	49,49	9,24
- Erro puro	0,09	2	0,05		
Total	73,30	10	7,33	$R^2 = 87,12\%$	

SQ: Soma quadrática; GL: Grau de liberdade; QM: Quadrado médio. Fonte: Autores.

O coeficiente de determinação (R^2) para o modelo ajustado para a resposta carotenoides totais foi de aproximadamente 0,87, indicando que o modelo explicou 87,12 % da variação dos dados observados.

O modelo apresentou regressão significativa ao nível de 90 % de confiança ($F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabelado}}$) e foi considerado preditivo, mas com falta de ajuste em relação ao erro puro ($F_{\text{calculado}}$ superior ao F_{tabelado}). Isso ocorreu devido ao fato de a média quadrática (QM) do erro puro apresentar um valor muito inferior à QM da falta de ajuste (devido à boa repetibilidade dos ensaios nos pontos centrais). Isso faz com que a razão entre eles resulte num valor muito alto.

O modelo codificado proposto para representar o conteúdo de carotenoides totais dos biopolímeros dentro dos limites de concentrações extrato de cenoura e alginato, é descrito pela Equação 9.

$$\text{Carotenoides_Totais} [\mu\text{g} / \text{g}] = 9,25 + 0,94C_A - 1,26C_{EC}^2 + 2,28C_A^2 \quad (9)$$

onde: C_{EC} representa a variável concentração de extrato de cenoura e; C_A representa a variável concentração de alginato.

A Figura 6 apresenta a superfície de resposta e curva de contorno para a resposta conteúdo de carotenoides totais dos biopolímeros de alginato de sódio aditivados com extrato de cenoura. Os valores mais altos de carotenoides foram obtidos nas menores e maiores concentrações de alginato e por volta dos pontos de -1 e +1 das concentrações de extrato.

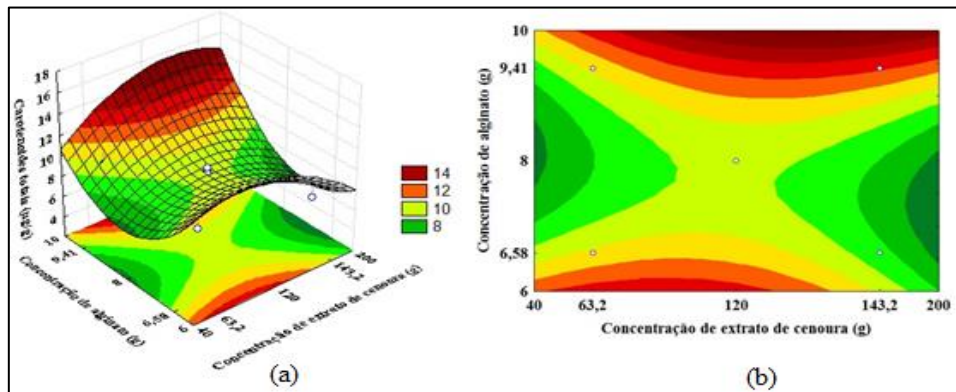


Figura 6 - Superfícies de resposta (a) e curva de contorno (b) para o conteúdo de carotenoides totais dos biopolímeros aditivado com extrato de cenoura.

Fonte: Autores.

Seleção do ponto ótimo

Com os resultados das análises estatísticas dos dados de solubilidade em água, permeabilidade ao vapor de água, teor de umidade, espessura e fixação de carotenoides em função das concentrações de extrato de cenoura e de alginato empregadas foi possível determinar a otimização do processo, identificando assim dois pontos ótimos para a confecção dos biopolímeros deste trabalho. Sendo estes pontos, selecionados pela maior fixação dos carotenoides, menor espessura, alta solubilidade em água, baixo teor de umidade e baixa permeabilidade ao vapor de água. Assim, os dois pontos selecionados foram: 1) 6 g de alginato e 63,2 g de extrato de cenoura, e o 2) 10 g de alginato e 130 g de extrato de cenoura.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos na pesquisa, pode-se concluir que a utilização de resíduos de cenoura como aditivo para produção dos biopolímeros de alginato mostrou-se bastante apropriada para confecção dos mesmos, sendo que todos os biopolímeros produzidos apresentaram coloração característica das cenouras, os quais apresentaram alto conteúdo de carotenoides.

A concentração de extrato de cenoura e alginato não influenciou ao nível de 10% de significância na resposta umidade, porém a variável concentração de alginato influenciou na resposta solubilidade em água.

A espessura dos biopolímeros sofreram influência significativa da concentração de extrato de cenoura e alginato, apresentando valores próximos a literatura pesquisada e, a permeabilidade ao vapor de água também foi influenciada, diretamente, pela concentração de extrato de cenoura e alginato, apresentando os menores valores para a maior quantidade de extrato e nos extremos das concentrações de alginato empregadas.

Os carotenoides tiveram maior fixação nas maiores concentrações de alginato e nas concentrações acima de 100 ml de extrato de cenoura.

Os biopolímeros apresentaram boa solubilidade, sendo bastantes solúveis em água, comprovando assim seu potencial para uso em embalagens biodegradáveis.

Foram selecionados dois pontos otimizados, um com 6 g de alginato e 63,2 g de extrato de cenoura, e o outro com 10 g de alginato e 130 g de extrato de cenoura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos (LEPPBio) da Universidade Federal do Maranhão por todo suporte nos ensaios experimentais.

REFERÊNCIAS

1. Kohlbeck E, Baimler BC, Beuren FH, Fagundes AB, Pereira D, et al. Praticidade e sustentabilidade no processo metodológico de pré-desenvolvimento de produtos. *DAPesquisa*. 2020; 15: 01-24.
2. Walker S, Rothman R. Life cycle assessment of bio-based and fossil-based plastic: A review. *Journal of Cleaner Production*. 2020; 261:121158.
3. Jahani A, Dehdari T, Farzadkia M, Mansourian M, et al. Iranian experiences in terms of consumption of disposable single-use plastics: Introduction to theoretical variables for developing environmental health promotion efforts. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2019; 65:18-22.
4. Böhl FH. Atlas do Plástico [Internet]. 2020 [acesso em: 17 jan 2022]. Disponível em:
https://br.boell.org/sites/default/files/202011/Atlas%20do%20PI%C3%A1stico%20%20vers%C3%A3o%20digital%20%2030%20de%20novembro%20de%202020.pdf?dimension1=atlas_do_pl%C3%A1stico.
5. Menezes Filho ACP, Sousa WC, Castro CFS. Characteristics of biodegradable packaging from the residue of watermelon and incorporated with from the tuber of *Sinningia elatior*. *Research, Society and Development*. 2020; 9, n. 8, p. e932986547.
6. Menezes Filho ACP, Oliveira Filho JO, Porfiro C. Development and evaluation of a biodegradable packaging from the aryl of the fruit of *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne. *Scientific Electronic Archives*. 2021; 14: 1-8.
7. Lopes KSR, Santos GP, de Lima JEA, Holz JP, et al. Estudo sobre a poluição plástica e análise de micropartículas na água tratada de Porto Alegre/RS. *Revista Gestão & Sustentabilidade*. 2020; 9: 570-587.
8. Raposo AKdS, Paixão LC, Rocha AA. et al. Characterization of Biodegradable Films Produced from Mixtures of Alginate, Starch and Babassu Fibers. *J Polym Environ*. 2021; 29: 1212–1226.








9. European Bioplastics. Bioplastics Market data [Internet]. 2020 [acesso em 17 fev. 2022]. Disponível em: <https://www.european-bioplastics.org/market/>.
10. Ballesteros-Martinez L, Perez-Cervera C, Andrade-Pizarro R. Effect of glycerol and sorbitol concentrations on mechanical, optical, and barrier properties of sweet potato starch film. *NFS Journal*. 2020; 20: 1-9.
11. ABIA. Associação brasileira da indústria de alimentos. Relatório anual [Internet]. 2020 [acesso em 17 fev 2022]. Disponível em: https://www.abia.org.br/relatorioAnual_2020.
12. Barbosa FA, Agnelli JAM, Scheide CA, Moreno A, Casarin AS, Vergara WRH. Desenvolvimento de produtos pecuários a partir do reaproveitamento de resíduos industriais e fibras vegetais. *Sistema & Gestão*. 2016; 11: 161-74.
13. Oliveira DF, Bravo CEC, Tonial IB. Soro de leite: um subproduto valioso. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 2013; 67: 64-71.
14. Lopes IA, Paixão LC, da Silva LJS, Rocha AA, Barros Filho AKD, Santana AA. Elaboration and characterization of biopolymer films with alginate and babassu coconut mesocarp. *Carbohydrate polymers*. 2020; 234: 115747.
15. Santana AA, Kieckbusch TG. Physical evaluation of biodegradable films of calcium alginate plasticized with polyols. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 2013; 30: 835-845, 2013.
16. Santana AA, Júnior CARB, da Silva DF, Jacinto GSS, Gomes WC, Cruz G. Bioconversion of Food Waste into Bioplastics. In: Inamuddin, Khan A. (eds) *Sustainable Bioconversion of Waste to Value Added Products. Advances in Science, Technology & Innovation (IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development)*. Springer, Cham. 2021;
17. Da Silva DC, Lopes IA, Da Silva LJS, Lima MF, Barros Filho AKD, Villa-Vélez HÁ, Santana A.A. Physical properties of films based on pectin and babassu coconut mesocarp. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019; 130: 419-428.
18. Nor Adilah A, Jamilah B, Noranizan MA, Nur Hanani ZA. Utilization of mango peel extracts on the biodegradable films for active packaging. *Food Packaging and Shelf Life*. 2018; 16: 1-7.
19. Sharma R, Jafari SM, Sharma S. Antimicrobial bionanocomposites and their potential applications in food packaging. *Food Control*. 2020; 112: 107086.
20. Bender I, Edesi L, Hiiesalu I, Ingver A, Kaart T, Kaldmäe H, Talve T, Tamm I, Luik A, et al. Organic carrot (*Daucus carota L.*) production has na advantage over conventional in quantity as well as in quality. *Agronomy*. 2020; 10: 1420.
21. Melo EM, Souto AGL, Cavalcante LF, Diniz BLMT, Cavalcante IHL, Filho RMF, Silva MRMS, Oliveira CJA, Melo PAFR, et al. Leaf mineral composition and noni fruit production under vegetal mulching and potassium fertilization. *Scientia Horticulturae*. 2021; 281: 109990.
22. Irissin-Magnata J, Bauduin G, Boutevin B, Goutard N, et al. New plasticizers for wheat gluten films. *European Polymer Journal*. 2001; 37: 1533-1541.
23. ASTM International (2016) ASTM E96/E96M-16. In Standard, test methods of water vapor transmission of of materials. West Conshohocken.
24. Rodriguez-Amaya DB. A guide to carotenoid analysis in food. Washington, DC: International Life Sciences Institute Press, 1999.

25. Hirpara NJ, Dabhi MN, Rathod PJ. Development of potato starch based biodegradable packaging film. *Biological Forum – an International Journal*. 2021; 13: 529-541.
26. Paixão LC, Lopes IA, Barros Filho AKD, Santana AA. Alginate biofilms plasticized with hydrophilic and hydrophobic plasticizers for application in food packaging. *J. Appl. Polym. Sci.* 2019; 48263.
27. Araruna FOS, Araruna FB, Pereira LPLA, Brito MCA, Gomes PDB, Santos DCP, Firmo WCA, Rocha AA, Rodrigues KAF, Santana AA, Nunes LCC, Coutinho DF. Development and characterization of curative films based on *Attalea speciosa Mart* mesocarp. ex Spreng and glycolic extract of *Aloe vera* (L.) Burm. f. *Research, Society and Development*, 2021; 10: e30310212520.
28. González-Peña MA, Lozada-Ramírez JD, Ortega-Regules AE. Carotenoids from mamey (*Pouteria sapota*) and carrot (*Daucus carota*) increase the oxidative stress resistance of *Caenorhabditis elegans*. *Biochem Biophys Rep.* 2021; 26: 100989.

Capítulo 37

doi.org/10.53934/9786599539664-37

ELABORAÇÃO DE NÉCTAR DE POLPA DE BACURI: ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E SENSORIAL

Audirene Amorim Santana *; Glauberthy Costa Luz ; Gabriella de Almeida Barros ; Vitória Santos Pires ; Jhébica Alice Palheta Reis ; Luis Antonio Lopes Leão ; Louryval Coelho Paixão 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: audirene.santana@ufma.br

Resumo: O mercado de frutos regionais tem ganhado cada vez mais espaço no Brasil, tanto pela procura de alternativas por parte dos produtores, como pela busca de novas opções de frutas pelos consumidores. Dentre os frutos com alta prioridade para estudos e incentivos destaca-se o bacuri (*Platonia insignis Mart.*), por sua importância econômica nas regiões Norte e Meio-Norte do Brasil que fazem dessa fruta um produto muito requisitado para o consumo. Entretanto, trata-se de um produto sazonal e perecível. O bacuri possui características sensoriais e nutritivas únicas, que favorecem a extensão da industrialização de vários produtos como néctar, geleia, doce em pasta, compota, licor, iogurte, sorvete e outros. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo estudar o processo de elaboração do néctar de bacuri adequado para a comercialização a partir de polpa de bacuri. Esse estudo é do tipo exploratório, descritivo e experimental. Na primeira etapa, foi feita a caracterização físico-química da polpa de bacuri com a realização das análises de pH, acidez, cinzas, proteínas, umidade e lipídeos. Na segunda etapa, foi realizada a análise sensorial do néctar de bacuri elaborado com polpa *in natura*. Nesta etapa foram elaborados dois néctares com diferentes concentrações de polpa (10 e 20 %), na qual foram avaliados os testes de aceitação do produto final, preferência, intenção de compra e grau de doçura. Os resultados encontrados revelaram que é possível aproveitar o bacuri no processamento de néctar, obtendo um produto com boa aceitação popular, sendo preferido aquele que detinha de maior concentração da polpa.

Palavras-chave: característica de qualidade; avaliação sensorial; néctar; *Platonia insignis Mart.*

INTRODUÇÃO

Apesar de tradicionalmente os brasileiros preferirem sucos preparados na hora do consumo, a urbanização, aliada ao ritmo de vida acelerado tem aberto espaço para néctares e sucos de frutas prontos para consumo. Com a alta taxa de globalização da indústria de alimentos, a oferta por sucos de elevada qualidade e variedades tem expandido drasticamente. Na região amazônica possui uma multiplicidade de frutos com inúmeras qualidades com elevado potencial tecnológico, nutricional e econômico que ainda não são aproveitados em toda a sua plenitude e, dentre estes, destaca-se o Bacuri (*Platonia insignis Mart.*) (1). O mercado na região amazônica possui espaço para crescimento, com isso, muitos extrativistas e agricultores começam a ter a percepção que

o bacuri pode ser utilizado para a geração de renda, assim, descaracterizando seu uso somente para consumo familiar (2).

A polpa é a matéria-prima mais utilizada do fruto do bacurizeiro, para produzir diversos produtos e subprodutos, como néctares, sorvetes, doces, geleias, compotas, iogurtes, purê e licores. Assim como, a casca (epicarpo + mesocarpo) pode ser aproveitado para elaboração de produtos agroindustriais, aumentando consideravelmente o rendimento dos frutos (3).

A aplicação de enzimas “macerantes” na polpa de bacuri pode reduzir a sua consistência, e assim possibilitar sua utilização como matéria-prima na elaboração de outros produtos, como néctares, inserindo-os dentro dos padrões exigidos pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento, por meio da Instrução Normativa n° 12, de 4 de setembro de 2003 (4).

Apesar da ampla diversidade de aplicações, apenas a polpa tem sido explorada de forma econômica, sendo o seu principal produto, a polpa congelada para a elaboração de bebidas como o néctar. A vida útil destas bebidas é influenciada por diversos fatores, entre eles o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, reações enzimáticas e outras reações químicas que comprometem a qualidade sensorial do produto, diminuindo também a qualidade nutricional. Além da matéria-prima, a qualidade desses produtos é influenciada por mudanças que podem ocorrer durante o seu processamento, especialmente na concentração ou tratamento a altas temperaturas (4).

A agroindustrialização, por meio do desenvolvimento de novos produtos, é uma alternativa para os produtores rurais, em particular os de pequeno porte, pois permite agregar valor às frutas e aumentar a renda das famílias produtoras, além de reduzir as perdas, que podem ocorrer em função da concentração da produção durante a safra, ou por inadequação do produto para comercialização *in natura* (5). Frutas laminadas estão sendo desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com o intuito de representarem uma alternativa prática ao consumo das frutas frescas, pois as mesmas são ricas em minerais, fibras e antioxidantes e de um modo geral possuem menos de 100 kcal por porção.

Pesquisas recentes realizadas com os extratos metanólicos da polpa desse fruto mostram que esse apresenta muitas substâncias químicas como flavonoides, antocianinas, vitamina E, vitamina C e polifenóis sendo os dois últimos considerados como as principais substâncias bioativas do fruto (6).

Para obter néctares com qualidade capaz de conquistar o paladar exigente dos consumidores, a indústria brasileira deve respeitar as características exclusivas de cada fruta. Além do mais, para que as descobertas em laboratório se transformem em benefício efetivo para a sociedade, uma das maiores dificuldades consiste na transferência de tecnologia em mudança de escala, o chamado *scale-up*.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi formular néctares a partir de polpa de bacuri *in natura* e avaliá-los através de análises físico-químicas e sensoriais, com intuito de produzir um néctar adequado a comercialização.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Matérias-primas

Para desenvolvimento deste trabalho foi utilizado a polpa integral de bacuri (Figura 1) obtida no CEASA (Centro de Abastecimento do Maranhão), localizado no Coafuma em São Luís – MA. Os reagentes utilizados para as determinações físico-químicas foram tipo padrão analítico (P.A.).



Figura 1 - Polpa integral de bacuri utilizada nos experimentos.
Fonte: Autores, 2022.

Metodologia experimental

Análise físico-química e controle de qualidade

Foram feitas as caracterizações físico-químicas da polpa integral de bacuri. Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

Para a verificação do controle de qualidade, foram analisados durante 15 dias corridos a temperatura, pH e acidez dos néctares de bacuri.

As análises de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas foram feitas seguindo a metodologia da AOAC (7). A determinação de umidade foi realizada pela dessecação até peso constante da amostra, em estufa a vácuo (Vacum oven, modelo 5851, pressão 30 inHg, NAPCO, EUA) a 70 °C. As proteínas foram obtidas pelo método de Kjeldahl com fator de conversão de 6,25. A determinação de lipídeos foi realizada utilizando um aparelho Soxhlet e éter de petróleo na extração. O teor de cinzas foi determinado após calcinação das amostras em mufla (modelo pyrotec, QUIMIS, Brasil) a 525 °C. O teor de carboidratos foi determinado através da diferença de 100 % com a soma das quantidades de umidade, lipídeos, cinzas e proteínas. Para determinação de acidez total titulável (ATT) e pH foi utilizada a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (8), na qual a determinação da ATT foi realizada por titulação com NaOH 0,1N e indicador fenolftaleína e os resultados foram expressos em porcentagem. Para a análise de pH foi usado um pHmetro (modelo pH 300M, ANALYSER®, Brasil), aferido com tampões de pH 7 e 4.

Produção do néctar

No fluxograma da Figura 2 está apresentado os procedimentos para a produção do néctar de bacuri.

A primeira etapa constituiu-se da recepção da matéria-prima. Nesta etapa foi adquirida a polpa do bacuri e os demais ingredientes para produção do néctar. No momento em que foram adquiridos, foram avaliadas as condições em que se encontravam e se estavam aptos a serem utilizados na produção.

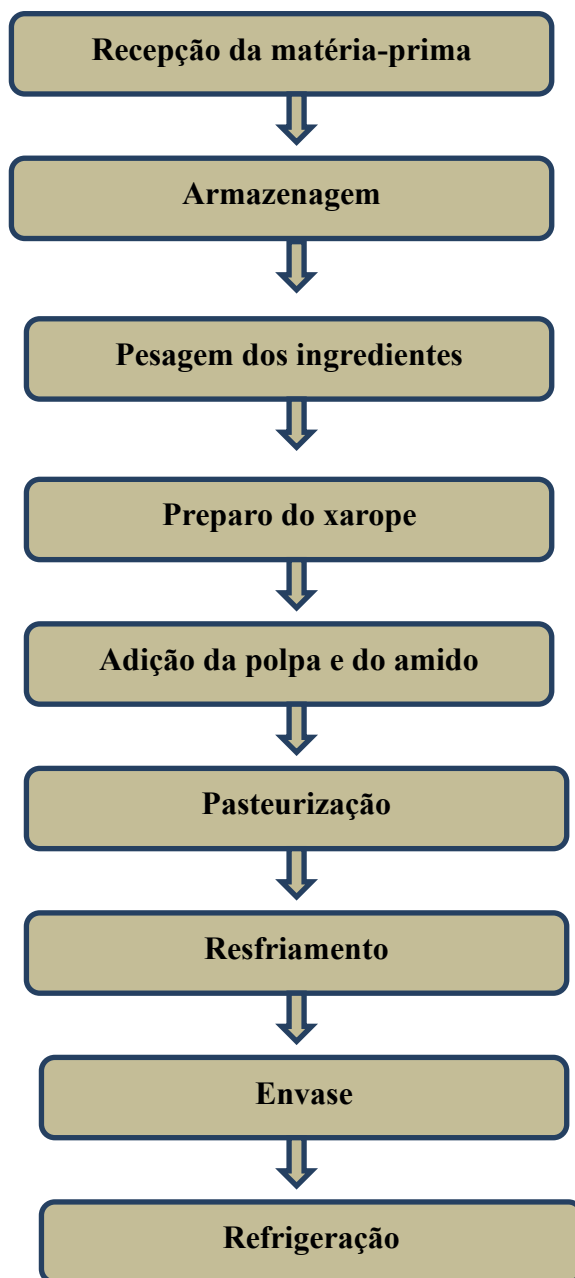


Figura 2 - Fluxograma do processo de produção do néctar de bacuri.
Fonte: Autores, 2022.

A armazenagem dos ingredientes foi à segunda etapa da produção do néctar de bacuri. A polpa foi mantida sobre temperatura de congelamento, em freezer (-10 °C), a fim de manter suas características físicas e químicas. Esta polpa foi também submetida a análises físico-químicas, para assegurar sua inocuidade. Os demais ingredientes, água

mineral, açúcar cristal branco foram mantidos a temperatura ambiente, de acordo com as especificações do fabricante em suas embalagens.

Na etapa de pesagem dos ingredientes sólidos utilizou-se uma balança digital e os ingredientes líquidos foram medidos em recipiente graduado. Para formulação 1, a medida utilizada foi de 1 kg de polpa de bacuri para 4 l de água mineral, ou seja, 1:4. Para os demais ingredientes foram utilizados percentuais de acordo com a formulação. Para formulação 2, foi utilizado 2 kg de polpa de bacuri para 4 l de água mineral, ou seja, 2:4.

Para o preparo do xarope, após definido o volume de polpa total a ser utilizado na fabricação do néctar, foi colocado para ferver a água (4 vezes o volume da polpa) com açúcar (15 % do volume de água). Na etapa de adição da polpa e do amido, o ingrediente amido foi primeiramente misturado com a polpa antes de ser adicionado (1% da quantidade de água utilizado). A pasteurização foi realizada em fogão industrial e, após atingir 85°C sob agitação manual constante, foi adicionado o amido misturado à polpa, em constante agitação até atingir 90°C permanecendo por 2 min.

Após a pasteurização, o néctar foi submetido ao resfriamento em banho com água e gelo (choque térmico) até atingir a temperatura de 52 °C. Posteriormente, o néctar foi acondicionado em jarras de suco comum e armazenado sob refrigeração, em torno de 10 °C até a avaliação sensorial (cerca de quatro horas).

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com 60 provadores não treinados de diversos cursos da Universidade Federal do Maranhão. Para que se desse a participação na análise sensorial, os provadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresentado no Apêndice. Para a condução do teste propriamente dito constou de explicação aos julgadores ao procedimento de análise das amostras, além de promover informações adicionais que poderiam ser necessárias para o bom andamento dos testes. Foi realizado o teste de preferência, de aceitação, intenção de compra e grau de doçura para as duas formulações de néctar de bacuri.

Cada indivíduo recebeu dois copos descartáveis codificada com números de três dígitos, contendo cerca de 30 ml de cada amostra, à temperatura usual de consumo de sucos (16 a 18 °C). As amostras foram avaliadas quanto a aceitação global e aceitação dos atributos como aparência, cor, sabor e aroma por meio de uma escala hedônica estruturada mista de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo, 5 = nem gostei, nem desgostei, 9 = gostei muitíssimo).

Foi solicitado também que cada provador manifestasse sua intenção em relação a preferência de cada formulação e, também se manifestasse em uma situação hipotética de compra, por meio de uma escala de cinco categorias que variou de certamente compraria à certamente não compraria e grau de doçura que foi utilizado uma escala de 8 pontos que variou de extremamente menos doce que o ideal à extremamente mais doce que o ideal (9). Após a degustação, os provadores registraram sua percepção.

Os testes foram aplicados na dependência do Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Maranhão (LEPPBio-DEEQ-UFMA) numa sala com cabines individuais, com provadores não treinados, no horário das 9 às 14 horas do mesmo de produção dos néctares.

Análise estatística

Avaliação estatística foi realizada no programa Excel da Microsoft Office 2019, através do teste de média. Os resultados do estudo estão dispostos na forma de tabelas e gráficos, seguidos de análise e discussão embasadas em estudos teóricos que atuaram sobre o assunto aqui exposto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise físico-química

Os resultados obtidos para a caracterização físico-química da polpa de bacuri *in natura* podem ser visualizados na Tabela 1. Os dados correspondem à média de, no mínimo, três repetições, juntamente com seu desvio padrão.

Tabela 1- Caracterização físico-química da polpa integral de bacuri.

Análises	Média ± Desvio padrão
Umidade (%)	88,63±0,00
Cinzas (%)	3,32±0,00
Lipídeos (%)	4,58±0,04
Proteínas (%)	2,77±0,47
Carboidratos (%)	0,70±0,03
pH	3,39±0,00
Acidez total titulável (%)	12,10±0,27

Fonte: Autores, 2022.

Sabe-se que a composição mineral em frutas pode ser influenciada por vários fatores, como condições climáticas (luz, temperatura, umidade), composição química do solo, diferenças genéticas e práticas agrícolas (10).

Através da Tabela 1, pode-se observar que a polpa de bacuri apresentou 88,63% de umidade (em base úmida, bu), 2,77% (em base seca, bs) de proteína, 3,32% (bs) de cinzas e 4,58% de lipídeos (bs), o valor do pH foi de 3,39, o que consequentemente atribui característica ácida, como a maioria das frutas, devido a ácidos orgânicos. A polpa do bacuri apresentou alto teor de umidade, comparado aos frutos do Cerrado, como o jenipapo, buriti e araticum, que apresentam 70%, 68,9% e 78,8%, respectivamente (1). Desta forma, a conservação do bacuri *in natura* poderá ser mais difícil e, como consequência, sua vida útil reduzida pela alta atividade de água. Segundo o Instituto Adolfo Lutz (8), o conteúdo de umidade varia muito nos alimentos. Em frutas a faixa dos percentuais fica entre 65-95%. Em relação ao valor de lipídeos obtido neste trabalho, foi superior ao obtido por Santos et al. (11) que foi de 0,31%.

Santos et al. (11) relatou valor inferior 1,74% para proteínas e 0,37% para cinzas quando comparados com este trabalho. Não existe parâmetro de definição na legislação para teores de cinzas. Neste trabalho foi encontrado ainda 12,10% de acidez total titulável. Santos et al. (11) encontraram valores inferiores para a acidez total titulável da polpa de bacuri (0,83%).

Controle de qualidade do néctar

Nesta etapa, estudou-se o controle de qualidade do néctar de bacuri através das análises de acidez total titulável, pH e temperatura, durante 15 dias consecutivos, contando desde o primeiro dia de elaboração dos néctares até 15 dias depois (Tabela 2). Todas as análises foram realizadas no período da manhã (por volta das 10:00h – horário de Brasília) e numa temperatura e umidade relativa de aproximadamente $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ e $52\pm 5\%$, respectivamente.

Como pode-se observar na Tabela 2, ocorreu uma redução mínima do valor de acidez e pH em todas as amostras da formulação 1 e formulação 2. Porém, de acordo com as faixas dos fatores intrínsecos e extrínsecos, possivelmente poderá ter ocorrido contaminação por bolores e leveduras que tolerem faixa baixa de pH. Com relação à temperatura, os valores foram bem parecidos para a formulação 1 e formulação 2, com valores em média de $12,3^{\circ}\text{C}$ e $10,93^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Nesta faixa de temperatura, pode ocorrer presença de microrganismos psicrófilos.

Tabela 2 - Controle da qualidade do néctar de bacuri através das análises de acidez, pH e temperatura para as duas formulações

Dias	Formulação 1			Formulação 2		
	Acidez (%)	pH	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	Acidez (%)	pH	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
1	2,93	3,43	19,0	6,09	3,37	18,5
2	3,36	3,43	13,0	6,62	3,46	12,6
3	2,88	3,42	17,1	4,89	3,29	15,7
4	3,45	3,43	11,9	5,80	3,28	11,4
5	3,45	3,59	12,6	5,95	3,36	10,3
6	3,07	3,43	11,7	6,33	3,28	11,4
7	3,55	3,51	15,7	5,66	3,35	8,8
8	3,26	3,47	12,7	5,18	3,54	10,8
9	3,26	3,36	10,0	5,37	3,26	12,7
10	3,26	3,36	10,1	5,66	3,30	9,8
11	3,36	3,37	10,0	5,95	3,32	9,9
12	3,36	3,37	9,3	6,52	3,33	9,5
13	3,17	3,38	9,6	5,18	3,51	6,7
14	3,55	3,39	10,4	6,81	3,28	7,0
15	3,45	3,38	10,1	6,33	3,27	8,9

Fonte: Autores, 2022.

Análise sensorial

Para a realização da análise sensorial, participaram 60 provadores na qual foram 37% do sexo feminino e 63% do sexo masculino. Os provadores possuíam idade entre 17 e 58 anos.

- **Teste de aceitação**

Neste teste foi observado o quanto o néctar era atrativo aos provadores, sendo avaliados os atributos sensoriais de aroma, cor, sabor, aparência e aceitação global.

Para os atributos aparência observa-se na Figura 1 que as amostras apresentaram aceitação geral para a aparência de ambas as formulações. Porém, a formulação 2 apresentou-se 100 % de aceitação da aparência e a formulação 1 de 98 %.

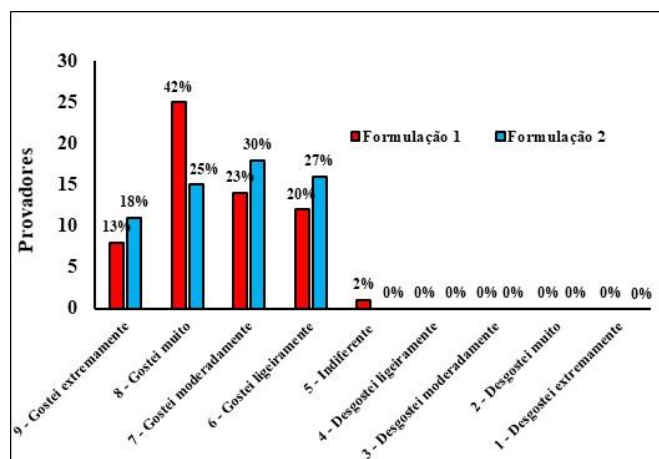


Figura 1 - Resultados dos atributos de aparência para as duas formulações estudadas.
 Fonte: Autores, 2022.

De acordo com os resultados obtidos para a característica de cor (Figura 2) observou-se que tanto a formulação 1 quanto a formulação 2, foram aceitas sensorialmente em relação a esse atributo. A formulação 2 teve aceitação do atributo de cor de 100% enquanto que a formulação 1 teve aceitação de 97%.

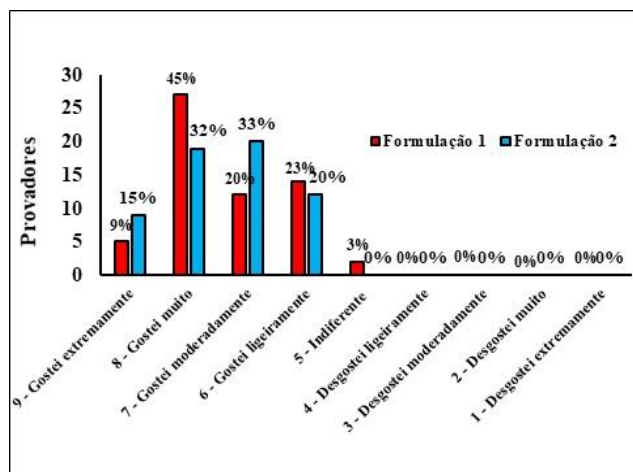


Figura 2 - Resultados dos atributos de cor para as duas formulações estudadas.
 Fonte: Autores, 2022.

Na Figura 3 está apresentado o atributo de sabor para as duas formulações estudadas. Como observado nesta figura, 5% dos provadores desgostaram do néctar da formulação 1, possivelmente por essa formulação está menos concentrada, dessa forma com um sabor característico menos acentuado. Para este atributo, a formulação 2 obteve maior aceitação (100%) comparada com a formulação 1 (95%).

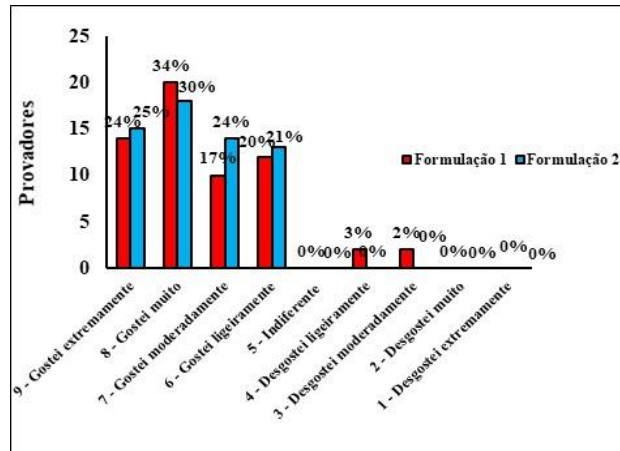


Figura 3 - Resultados dos atributos de sabor para as duas formulações estudadas.
Fonte: Autores, 2022.

Com relação a aceitação global, a Figura 4 apresenta a porcentagem de aprovação das formulações analisadas. Estas formulações analisadas apresentaram 99% de aceitação e 1% de rejeição para formulação 1 e 100% de aceitação para a formulação 2. Para a formulação 1, aproximadamente 2 provadores “gostaram extremamente” e aproximadamente 28 provadores “gostaram muito”. No entanto, para a formulação 2, aproximadamente 10 provadores “gostaram extremamente” e aproximadamente 18 provadores “gostaram muito”.

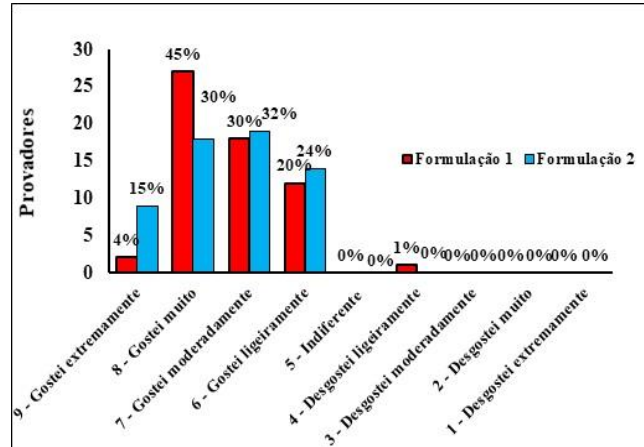


Figura 4 - Resultados dos atributos de aceitação para as duas formulações estudadas.
Fonte: Autores, 2022.

- **Teste de intenção de compra**

As formulações de néctares de bacuri analisadas obtiveram 91% de aprovação de compra. Este resultado foi considerado excelente, principalmente por ter sido realizado por um néctar de fruta que não é comercializado, indicando a possibilidade da inclusão desses dois produtos no mercado. No entanto, os provadores que citaram que certamente não compraria justificaram o fato de não gostar da fruta bacuri. Desta forma,

impossibilitando a comercialização por uma limitação pessoal, e não por uma característica do produto.

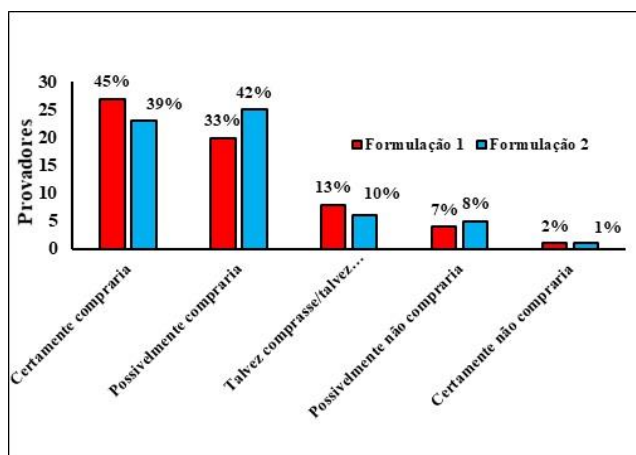


Figura 5 - Resultados dos atributos de intenção de compra para as duas formulações estudadas.
 Fonte: Autores, 2022.

- **Teste de preferência**

O teste de preferência mostrou que a amostra de néctar com 20% de polpa obteve a maior preferência (Formulação 2), como pode ser observado na Figura 6. Esta preferência pode ter ocorrido provavelmente por ser a amostra com maior concentração de polpa, com sabor menos doce e mais ácido, característico da fruta. Já a formulação 1 apresentou sabor menos ácido e mais doce.

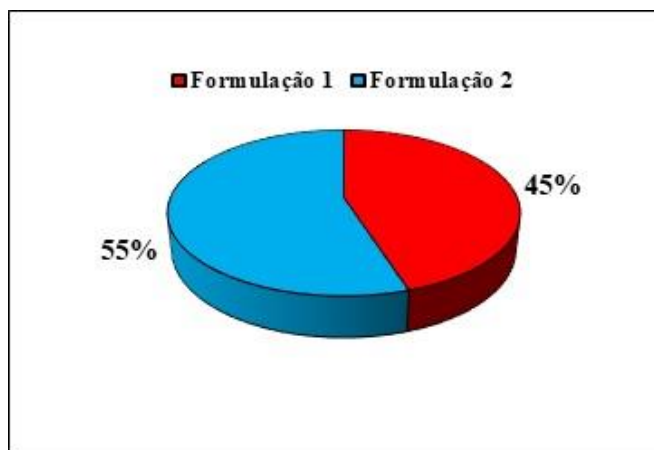


Figura 6 - Resultados de preferência para as duas formulações estudadas.
 Fonte: Autores, 2022.

- **Teste grau de doçura**

Na Figura 7, pode-se observar o grau de doçura para as duas formulações de néctares de bacuri. A formulação 2 mostrou-se uma doçura mais próxima da ideal. No entanto, a formulação 1, obteve valores que indica que esta formulação é considerada mais doce que o ideal.

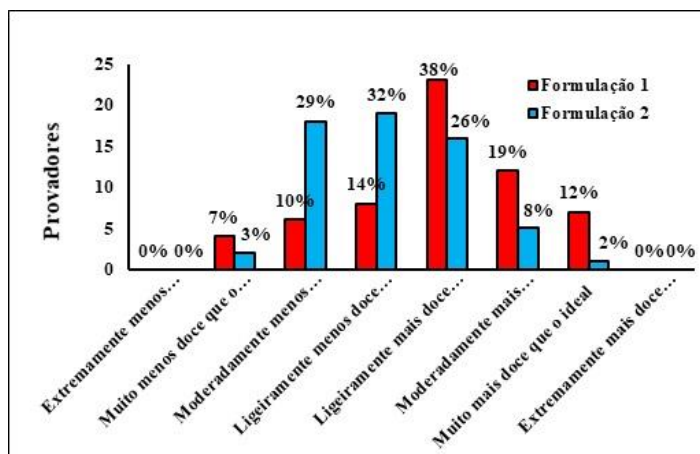


Figura 7 - Resultados do grau de doçura para as duas formulações estudadas.
 Fonte: Autores, 2022.

No balanço geral obtido para a análise sensorial dos néctares de bacuri, pode-se dizer que a fruta bacuri teve aceitação global para a produção de néctar. Entretanto, quanto maior a concentração de polpa maior aceitabilidade. Em relação ao processo agroindustrial, é necessário o desenvolvimento de tecnologias como máquinas despoldadeira, que visem ao aproveitamento integral do fruto, agregando estratégias de sobrevivência e permanência da agricultura familiar na Amazônia por meio da verticalização do fruto (3).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos por meio desse estudo indicam que é possível industrializar um alimento que ainda não exista no mercado, na qual só se consome o fruto em sua forma *in natura* ou de polpas.

De acordo com os resultados das análises físico-químicas da polpa de bacuri, pode-se concluir que os dados estão de acordo com os obtidos na literatura. No controle de qualidade dos néctares através dos fatores intrínsecos e extrínsecos, foi verificado que os néctares, em geral, mantiveram o controle de acidez, pH e temperatura durante o tempo de armazenamento de 15 dias consecutivos, com oscilações aceitáveis durante o tempo de análise.

Os resultados encontrados na análise sensorial revelaram que é possível aproveitar o bacuri no processamento de néctar, obtendo um produto com boa aceitação popular, na qual a formulação 2 teve maior preferência. O sabor marcante e característico do bacuri agradou a maioria dos participantes que provaram o produto. Visando seu potencial de comercialização são necessários outros estudos deste produto tais como: análises nutricionais e microbiológicas bem como análises de mercado, pois a fruta possui safra restrita de dezembro a maio, com seu clímax em fevereiro/março.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos (LEPPBio) da Universidade Federal do Maranhão por todo suporte nos ensaios experimentais.

REFERÊNCIAS

1. Vasconcelos KM, Santos IL, Medeiros EM, Souza FCA, Vasconcelos KMM, Oliveira WWC. Desenvolvimento e caracterização de biscoito elaborado a partir da farinha de bacuri (*Platonia insignis Mart*). Amazônia: Revista On-line. 2018; 1: 6-20.
2. Botelho MGL, Homma AKO, Furtado LG, Lima MCS, Costa MSC. Potencial produtivo e de mercado do fruto de Bacuri (*Platonia insignis Mart.*) [Internet]. Pará: RSD jornal. 2020; 9: 989975124.
3. Monteiro HSA, Brito SNS. Qualidade de frutos de bacurizeiros orgânicos com potencial agroindustrial na Amazônia [Internet]. Amazônia: Ministério da educação; 2021 [acesso em 20/02/2022]. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1989/1/Qualidade%20de%20frutos%20de%20bacurizeiros%20org%20com%20potencial%20agroindustrial%20na%20Amaz%20nia.pdf>.
4. Aquino AC, Eça KS, Pinto GAS, Sant'Ana HB. Avaliação da qualidade do néctar de bacuri produzido em escala piloto [Internet]. Belo horizonte: Editora eletrônica Poisson; 2019 [acesso em 19/02/2022]. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Helane-Santos/publication/341922513_Caracterizacao_fisico-quimica_do_licor_de_Pitaya_Hylocereus_Undatus_em_funcao_do_tempo_de_infusao_obtida_a_partir_de_duas_fontes_alcoolicas/links/5fca69db45851568d13afa15/Caracterizacao-fisico-quimica-do-licor-de-Pitaya-Hylocereus-Undatus-em-funcao-do-tempo-de-infusao-obtida-a-partir-de-duas-fontes-alcoolicas.pdf#page=54.
5. Junior JCLN, Dias LF, Freitas SP, Mattietto RA, Nogueira RI, Matta VM. Determinação de parâmetros de processo para obtenção de fruta laminada de Bacuri e coco verde [Internet]. III Simpósio de Engenharia de Alimentos; 2019 [acesso em 21/02/2022]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/209495/1/cap-23-simeali-matta.pdf>.
6. Castelo KFA. Estudo químico dos extratos ativos de bacuri [Internet]. Amazonas: programa de pós graduação, 2018 [Acesso em 21/02/2022]. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/6561/2/Disserta%20a7%20a3o_Karen%20Castelo.
7. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 18 ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland; 2006.
8. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
9. Souza MA. Análise sensorial de alimentos. Testes afetivos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Porto Seguro: Bahia, Campus; 2013.

10. Lamarão CV, Gomes MLS, Martins GAS, Rolim CSS, Yamaguchi KKL, Saraiva-Bonatto EC. Antioxidantes inorgânicos em frutos amazônicos. *Brazilian Journal of Development*. 2020; 6: 12237-12253.
11. Santos DB, Aguiar RO, Cruz WP, Bernardino PDLS, Martins LHS, Carvalho FIM. Desenvolvimento e caracterização de doces de leite bubalino pastosos saborizados com doces de bacuri e cupuaçu. *Brazilian journal of development*. 2020; 6: 56917-56935.

APÊNDICE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

(Resolução 466/2012 CNS/CONEP)

Você está convidado(a) a participar do projeto de trabalho intitulado **“ELABORAÇÃO DE NÉCTAR DE POLPA DE BACURI: ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E SENSORIAL”**, tendo como pesquisador responsável a Prof^ª. Dr^ª. Audirene Amorim Santana.

Tal projeto tem como objetivo elaborar um néctar de polpa de bacuri *in natura* e avaliá-los através de análises físico-químicas e sensoriais, com intuito de produzir um néctar adequado a comercialização.

No laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos – UFMA, você deverá experimentar uma amostra de um néctar de bacuri elaborado com polpa de bacuri *in natura*, açúcar e amido. Você poderá preencher um formulário de aceitabilidade utilizando uma escala hedônica estruturada mista de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo, 5 = nem gostei, nem desgostei, 9 = gostei muitíssimo). Será solicitado também que você manifeste sua intenção de compra, por meio de uma escala de cinco categorias que vai variar de certamente compraria à certamente não compraria e também o grau de doçura que será utilizado uma escala de 8 pontos que irá variar de extremamente menos doce que o ideal à extremamente mais doce que o ideal.

Este procedimento não é invasivo, não lhe trará dor, desconforto ou constrangimento. Caso você apresente algum episódio de diarreia, vômito ou qualquer outra alteração gastrointestinal após a degustação, você deverá procurar o pesquisador responsável que aplicará um recordatório dietético das últimas 24 horas para identificar as possíveis associações com o teste aplicado.

A duração do teste será de aproximadamente 5 minutos. As informações colhidas serão tratadas de forma sigilosa, ou seja, seu nome não será divulgado ou revelado em nenhum momento e todos os dados obtidos serão usados exclusivamente para a pesquisa. Você poderá desistir ou se recusar a participar da pesquisa a qualquer momento, sendo que a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade. É permitido ao participante fazer quaisquer questionamentos antes, durante ou após o teste.

Sua participação é voluntária após a assinatura deste Termo de Consentimento, sendo que este será assinado e rubricado em todas as páginas de duas vias: uma ficará com você e outra sob a responsabilidade do pesquisador. Além disto, você não receberá

qualquer incentivo financeiro e não terá nenhuma responsabilidade sobre os recursos financeiros necessários para o desenvolvimento desta pesquisa.

É necessário que você tenha compreendido tudo a respeito deste estudo. Mas, para quaisquer esclarecimentos, dúvidas ou denúncias, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), localizado na Avenida dos Portugueses, nº1965, Campus Universitário do Bacanga, Prédio do CEB Velho, em frente ao auditório Multimídia da PPPGI; ou com o pesquisador responsável pela pesquisa de acordo com os dados apresentados ao final deste termo.

Eu _____ (nome por extenso) declaro que, após ter sido esclarecido(a) pela pesquisadora, lido o presente termo e entendido tudo o que me foi explicado, concordo em participar do projeto de trabalho intitulado **“ELABORAÇÃO DE NÉCTAR DE POLPA DE BACURI: ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E SENSORIAL”**.

São Luís-MA, _____ de _____ de _____.

Sujeito da Pesquisa

Pesquisador(a) responsável

Francisco Navarro (Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFMA)
Endereço: Avenida dos Portugueses, nº1965, Prédio do CEB Velho, Campus Universitário do Bacanga, Universidade Federal do Maranhão, São Luís – MA.
Telefone: 3272 – 8708.
E-mail: cepufma@ufma.br.

Audirene Amorim Santana (pesquisadora responsável)
Endereço: Avenida dos Portugueses, nº1965, Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos, Campus Universitário do Bacanga, Universidade Federal do Maranhão, São Luís – MA.
Telefone: 3272 – 8283.
E-mail: audirene.santana@ufma.br.

Capítulo 38

doi.org/10.53934/9786599539664-38

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILME ANTIOXIDANTE DE PECTINA CÍTRICA E EXTRATO DE JUÇARA

Thamires Thaise Silva dos Santos ; Louryval Coelho Paixão ; Adones Almeida Rocha ; Mikele Cândida Sousa de Sant'Anna ; Ana Karoliny da Silva Raposo ; Gustavo Augusto Silva Santos ; Audirene Amorim Santana 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: audirene.santana@ufma.br

Resumo: A aplicação de um produto biodegradável para compor a mistura geleificante que dá origem ao filme é uma alternativa limpa, porém, ainda se encontra em fase de teste, uma vez que se precisa conhecer suas propriedades a fundo para possíveis proteção em alimentos. A aplicabilidade da pectina cítrica na formação de filmes possui uma demanda satisfatória, já que é um material de baixo curso e renovável. O objetivo deste trabalho foi identificar o perfil físico-químico de filmes de pectina cítrica aditivado com extrato de juçara (*Euterpe edulis*), conferindo-lhes atividade antioxidante. Estes filmes foram obtidos pelo método *casting* utilizando a proporção de 1:1 (água:juçara). As abordagens matemáticas e estatísticas solidificaram o desenvolvimento dos melhores modelos, obtidas pelas funções do programa Matlab® R2015a (The Mathworks Inc., Natick, Ma, USA). Empregou-se o método passo a passo através da função “stepwisefit”, utilizando a melhor combinação dos fatores com base na adição ou exclusão de termos para estabelecer um modelo, sendo avaliados a partir de um teste de significância ($p < 0,05$). Realizou-se 12 ensaios experimentais, onde variou-se as concentrações do extrato de pectina e juçara, obtendo-se como respostas, umidade, espessura, solubilidade, permeabilidade ao vapor de água e espectroscopia de infravermelho. A incorporação do extrato de juçara aos filmes de pectina proporcionou um aumento na capacidade antioxidante destes, sem alterações que modificassem as características físico-químicas, elevando seu potencial para utilização como filme de característica antioxidante. Sugiro reformular a frase. O uso da expressão “visto que” parece errada nesse momento, já que é uma expressão que indica o motivo de um determinado acontecimento ou situação (ou talvez colocar vírgula após a palavra teste, para dar a entender que a frase seguinte está justificando o motivo da aplicação de produto biodegradável estar em fase de teste). O trecho “já que trabalharemos” também não parece adequada.

Palavras-chave: antioxidantes; biofilmes; biodegradáveis; juçara; pectina

INTRODUÇÃO

A poluição do meio ambiente, devido ao descarte de filmes plásticos de polímeros sintéticos, tornou-se um transtorno devido a sua ação negativa ao meio ambiente. A aplicação de técnicas para produção de filmes não contaminantes ao meio voltou atenção para uma alternativa limpa, aplicável e econômica, tendo em vista a diminuição de produtos petroquímicos (1; 2).

As pectinas constituem um grupo de substâncias com expressivo interesse pela indústria de alimentos. Nas últimas décadas, este composto vem sendo utilizado essencialmente na forma de pó, como ingrediente de grande valor, devido a sua capacidade de atuar como agente geleificante, principalmente na elaboração de geleias. Desde o aspecto químico, são polissacarídeos estruturais encontrados na parede celular primária e nas camadas intercelulares de plantas terrestres. Obtidas principalmente das cascas dos frutos cítricos e de

maças (2; 3), a sua estrutura fina pode ser extremamente heterogênea entre as plantas, entre os tecidos e até mesmo em uma mesma parede celular.

A palmeira Juçara (*Euterpe edulis Martius*) pertence à Mata Atlântica do litoral do Brasil e é conhecida pelo palmito que apresenta alto valor comercial, boa qualidade organoléptica e bom rendimento. Porém, a palmeira apresenta o inconveniente de não formar novos estipes a partir de uma mesma árvore (4). Seus frutos apresentam compostos que possuem capacidade antioxidante importante, mas são compostos instáveis que se alteram rapidamente (5).

Existem poucas iniciativas para a exploração do fruto da juçara. A atividade de coleta do fruto pode servir de fonte alternativa de renda para pequenos produtores e comunidades tradicionais. A polpa possui características semelhantes ao do açaí, como os valores nutricionais e sabor, podendo ter os mesmos fins, vinho, farinhas e sorvetes. As sementes desta espécie possuem endosperma muito abundante, com alto teor de reservas, as quais constituem-se de carboidratos (cerca de 88%), proteínas (10%) e lipídeos (2%) (6).

O filme é produzido com materiais biológicos, como polissacarídeos, proteínas, lipídios e derivados. A obtenção dos mesmos, assim como a de coberturas biodegradáveis, está baseada na dispersão ou solubilização dos biopolímeros em um solvente (água, etanol ou ácidos orgânicos) e acréscimo de aditivos (plastificantes ou agentes de liga) obtendo-se uma solução ou dispersão filmogênica. Após o preparo, estas coberturas devem passar por uma operação de secagem para a formação dos filmes ou revestimentos (7).

Podem ser empregados na elaboração de sacos de lixo, filmes para proteger alimentos, fraldas, hastes flexíveis; na agricultura vem sendo empregado como filme na cobertura do solo e recipientes para plantas e na produção de fertilizantes de liberação lenta. Também pode ser usado na preparação de cápsulas, na liberação de medicamentos, na substituição do poliestireno expandido (isopor), na proteção de equipamentos durante o transporte e em diversas outras aplicações (7; 8; 9).

Os filmes devem apresentar algumas características para atuarem como embalagens de alimentos: boa qualidade sensorial, boa propriedade de barreira, propriedade mecânica eficiente, estabilidade microbiológica, físico-química e bioquímica, ausência de componentes tóxicos ou prejudiciais à saúde, simples, de baixo custo e não agressivo ao meio ambiente (7).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi produzir filmes de pectina cítrica com compostos bioativos encontrados na juçara (*Euterpe edulis Mart.*), para possível aplicação em embalagem de alimentos. O atrativo de produção dá-se pelo uso de frutas nativas da região nordeste, juçara, e sua atividade antioxidante.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Matérias-primas

Os materiais utilizados para a confecção dos filmes foram pectina cítrica (Synth, São Paulo, Brasil) e juçara (*Euterpe edulis*), adquiridas em feira local de São Luís– MA. Como agente plastificante foi utilizado o glicerol (Synth, São Paulo, Brasil) e como agente reticulante o cloreto de cálcio dihidratado ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (Merck, São Paulo, Brasil).

Metodologia experimental

Extração e armazenamento da polpa da juçara

Os frutos da juçara foram inicialmente higienizados com água corrente clorada. Após, iniciou-se o processo de preparação da polpa na proporção de 1:1 de água e fruto. Em seguida, esta polpa foi colocada em sacos plásticos, e levada sob refrigeração à $10 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. Para a preparação do extrato fez-se necessário o processo de peneiramento para a retirada máxima

possível de grânulos; para isto utilizou-se uma peneira com abertura de 60 mesh. A quantidade de polpa utilizada na produção do extrato foi manuseada a baixa luminosidade, visando evitar a degradação das antocianinas proveniente dos frutos.

Elaboração dos filmes – ensaios de definição da metodologia

Inicialmente, fez-se testes para que fossem definidas as concentrações de juçara, com base em estudos previamente estabelecidos com respeito à produção de biofilmes. Os testes permitiram padronizar a quantidade de polpa a ser utilizada em cada ensaio, tempo de preparo do filme e a temperatura ótima de operação.

Na produção de filmes a base de juçara usou-se concentrações de polpa descritas na Tabela 1 com a adição de água até que se completasse o volume de 200ml, à temperatura de 45°C e, sob agitação a 900 rpm. Posteriormente, adicionou-se 3ml de glicerol e 30ml de solução reticulante a 1%, sendo modificada a temperatura e o tempo de operação, após a inclusão dos mesmos. A Figura 1 ilustra melhor o processo. Para obtenção das variáveis ótimas de operação, diferentes ensaios foram realizados, com concentrações distintas de pectina cítrica e polpa de juçara.

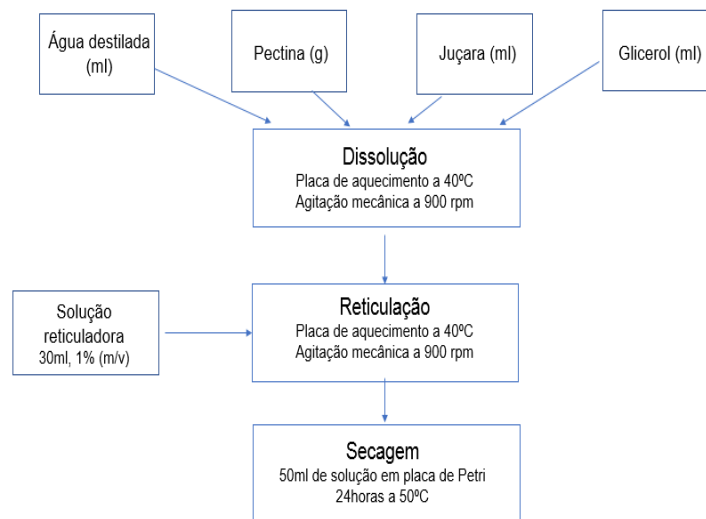


Figura 5 - Fluxograma da confecção dos filmes.
 Fonte: Autores.

Tabela 1 - Formulação dos biopolímeros produzidos.

Ensaio	Pectina (g)	Polpa de Juçara (ml)	Glicerol (ml)
1	6	10	3
2	6	20	3
3	6	30	3
4	6	40	3
5	8	10	3
6	8	20	3
7	8	30	3
8	8	40	3
9	10	10	3
10	10	20	3
11	10	30	3

Fonte: Autores.

Processo de fabricação dos filmes

Para a produção de filmes utilizou-se o método *casting*. Esse método consiste na preparação da solução filmogênica e aplicação conveniente da mesma em um suporte (placas de Petri, d = 15 cm). Para cada ensaio foi utilizada a quantidade de polpa de juçara, pectina e glicerol descritos na Tabela 1, sendo adicionado, água destilada em um béquer, até completar 200ml de solução polimérica. As soluções referentes a cada formulação foram agitadas a 900 rpm sobre um agitador magnético com aquecimento de 45°C, por 30 minutos. Posteriormente, foi adicionado lentamente, com auxílio de uma bureta, 30ml de solução reticulante, a 1% de cloreto de cálcio dihidratado, sob agitação por mais 10 minutos. Após o processo de produção, estas foram colocadas em placa de Petri, pesadas, para que fossem distribuídas em quantidades iguais, e submetidos ao processo de secagem à 50°C em estufa durante 24 horas. A espessura dos filmes foi controlada através da massa de solutos na solução filmogênica vertida no suporte (aproximadamente 50g). O processo foi feito em quadruplicata. Após a secagem, os biofilmes foram removidos do suporte com auxílio de uma espátula e armazenados em papel manteiga e dispostos em dessecador com sílica.

Caracterização dos filmes

Os filmes foram caracterizados, quanto ao seu aspecto visual, espessura, umidade, solubilidade em água, permeabilidade ao vapor de água (PVA) e empregada a espectroscopia na região do infravermelho para analisar a presença e identificação de alguns componentes orgânicos e possíveis impurezas nos filmes confeccionados.

✓ **Aspecto visual e coloração**

Foi realizada avaliação subjetiva, através das observações visuais e táteis, visando identificar os filmes mais homogêneos (ausência de partículas insolúveis), contínuos (ausência de rupturas ou zonas quebradiças), com uma superfície lisa, que facilite o manuseio e testes e coloração uniforme (predominância da coloração da juçara – lilás).

✓ **Conteúdo de umidade (ω)**

O conteúdo de água dos filmes equilibrados em ambientes a 52% UR a 25°C foi determinado por gravimetria de amostras em triplicata de cada formulação. As amostras foram previamente cortadas e pesadas (corte em forma de círculo, com diâmetro igual a 4 cm). Em seguida, foram colocadas em estufa a 105°C durante 24 horas e após, pesadas novamente. O cálculo da umidade foi realizado pela Equação 1, e expressa em fração de massa.

$$\omega = \frac{m_i - m_f}{m_i} \cdot 100 \quad (1)$$

Onde: ω é a fração de massa de umidade dos filmes; m_i é a massa total inicial da amostra do filme (g); m_f é a massa seca da amostra do filme (g).

✓ **Solubilidade (S)**

A massa solubilizada em água dos filmes (S), foi determinada segundo metodologia proposta por Raposo et al. (9). A massa (m_u) de três amostras de cada filme foi quantificada e imersa em 50 ml de água destilada sob agitação de 900 rpm por 24 horas, utilizando-se uma mesa agitadora. Após esse processo, a amostra foi levada à estufa para a determinação da massa seca final (m_f). A matéria solubilizada foi expressa em função da massa seca inicial, sendo os valores obtidos através da Equação 2.

$$S = \left[\frac{m_u(1-\omega) - m_f}{m_u(1-\omega)} \right] \cdot 100 \quad (2)$$

✓ **Espessura (δ)**

A espessura (δ) foi medida através de um micrometro manual. O valor final foi calculado pela média aritmética de dez repetições aleatórias sobre a superfície dos filmes, para as análises de permeabilidade ao vapor de água. Essas medidas foram obtidas após o período de acondicionamento dos filmes (52% UR a 25°C).

✓ **Permeabilidade ao vapor de água (PVA)**

A PVA foi determinada em ambiente a 25°C, de acordo com o método E95-96 (10), utilizando uma pequena célula de acrílico com uma tampa, dotada de uma abertura central, na qual se fixou o filme. O fundo da célula foi preenchido com cloreto de cálcio granulado (Ecibra, Brasil) para manter 0% de UR. Essa célula foi colocada dentro de outro recipiente de acrílico, hermeticamente fechado. O fundo desse segundo recipiente contém uma solução saturada de NaCl (Synth, Brasil) para manter o ambiente a 75% de UR, obtendo-se assim uma diferença constante de pressão de vapor d'água, ΔP_{ω} . O aumento de massa total da célula, que foi monitorada ao longo do tempo (cerca de 72 horas), corresponde à taxa de água que permeou pelo filme (G) e que foi usado na Equação 3 para calcular a permeabilidade ao vapor de água.

$$PVA = \left[\frac{24}{A_e \cdot \Delta P_{\omega} \cdot UR} \right] \cdot G \cdot \delta \quad (3)$$

Onde: PVA é a permeabilidade de vapor de água do filme [(g.mm) / (m².dia.kPa)]; δ é a espessura do filme (mm); A_e é a área da superfície exposta do filme (m²); ΔP_{ω} é a diferença de pressão parcial através do filme (kPa); G é o coeficiente angular da reta de ajuste aos pontos experimentais em um gráfico da massa *versus* tempo (g/dia); UR é a umidade relativa do segundo recipiente.

✓ **Espectroscopia na região do infravermelho**

Nesta análise, foi utilizada a técnica da pastilha (disco prensado), que usa brometo de potássio seco e pulverizado, para obter o espectro de infravermelho do material a ser utilizado. O procedimento foi realizado misturando uma quantidade de filme (cerca de 0,5 a 1,0 mg) com brometo de potássio seco e pulverizado (cerca de 100 mg). A mistura foi prensada em moldes específicos, sob pressão (cerca de 10 a 15 KPsi) até formar um disco transparente. Após isto, foi colocado no espectrômetro (Shimadzu, modelo IRPrestige-21), para obtenção do espectro de absorção (faixa de 4000 a 400 cm⁻¹).

Concentração de extrato de juçara e concentração de pectina

Foi analisado a dependência dos parâmetros (umidade, solubilidade, espessura, permeabilidade ao vapor de água) em função da concentração da polpa de juçara e pectina. Observando o comportamento dos filmes, foi possível determinar os pontos ótimos de fabricação, o que possibilita a otimização do processo, em função dos parâmetros analisados, foi possível a determinação das concentrações filmogênicas que melhor se adequaram para que os biofilmes apresentassem baixa solubilidade em água, menor espessura, baixa permeabilidade ao vapor de água e baixo teor de umidade.

Análise estatística dos dados

Para se determinar as melhores formulações foi realizado um Planejamento Experimental por Blocos com 2 fatores e 3 pontos axiais, totalizando 12 ensaios. As variáveis independentes envolvidas no processo foram: concentração de pectina e concentração de polpa de juçara, como descrito na Tabela 2. Como respostas foram

determinadas a umidade, solubilidade, permeabilidade ao vapor de água, espessura e espectroscopia de infravermelho por ATR.

Tabela 2 - Fatores e níveis do planejamento experimental por blocos.

Fatores	Codificação dos fatores	Nível básico	Intervalo de variação	Valores dos fatores		
				-1	0	+1
Pectina	P	8	2	6	8	10
Juçara	J	10	10	10	20	40

Fonte: Autores.

As abordagens matemáticas e estatísticas empregadas no desenvolvimento dos melhores modelos foram realizadas através das funções do programa Matlab® R2015a (The Mathworks Inc., Natick, MA, USA).

As diferenças significativas entre os valores obtidos em cada ensaio serão avaliadas pela função ‘multicompare’ considerando um teste de significância ($p < 0,05$). As análises de regressão envolverão modelos que não são pré-estabelecidos e serão desenvolvidos pelo método passo a passo através da função “stepwisefit”, considerando um teste de significância ($p < 0,05$). Depois que os modelos são estabelecidos, as análises estatísticas são realizadas empregando as funções “regress”, “regstats” e “lillietest” (10). A eficiência deste procedimento matemático é avaliada pelos valores do coeficiente de determinação ajustado (R^2_{adj}) e erro médio relativo (MRE), Equações (4) e (5).

$$R^2_{adj} = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-m} \quad (4)$$

$$MRE = \frac{100}{n} \sum_{k=1}^n \frac{|y_k - y_k^*|}{y_k^*} \quad (5)$$

Nas Equações (4) e (5), y_k representa os valores experimentais, y_k^* representa os valores calculados, n é o número de valores experimentais, m é o número de parâmetros do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspecto visual e tátil

Na análise subjetiva, os filmes produzidos apresentaram aspecto homogêneo na cor bem como na textura. Todos apresentaram coloração lilás, próxima a cor da polpa juçara usada para produção.

Conteúdo de umidade e massa solubilizável em água

Os resultados de conteúdo de umidade e solubilidade em água dos filmes de pectina com as diferentes quantidades de polpa de juçara são apresentados na Tabela 3.

De acordo com a Tabela 3, pode-se observar que o conteúdo de umidade dos filmes apresentou valores próximos para os 12 ensaios, variando de 23,43 a 36,02 g/100 g de massa seca, com valor de umidade em média de 29,02 g/100 g. Esses valores de umidade foram próximos aos obtido por Bierhalz et al. (11) estudando filmes de pectina e pectina/alginato (16,94 – 24,53%).

Realizou-se a modelagem matemática dos resultados experimentais de umidade das formulações de filmes de pectina cítrica com extrato de juçara, onde empregou-se o método passo a passo, obtendo-se correlações lineares e não-lineares com a polpa de juçara (ml) que foi empregada na elaboração dos extratos a diferentes concentrações para cada filme e pectina cítrica (g). Com a eliminação dos fatores não-significativos, verificou-se a significância da regressão e da falta de ajuste em relação a 97 % de confiança ($p \leq 0,05$), através do teste F. A adição de polpa de juçara apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) negativo, indicando que quanto menor a concentração de polpa utilizada maior a umidade do filme.

Tabela 3 - Conteúdo de umidade e solubilidade em água dos filmes aditivados com extrato de juçara.

Ensaio	Umidade (%)	Solubilidade (%)
1	36,02±0,004	33,60±0,006
2	32,30±0,004	30,50±0,007
3	29,25±0,004	26,40±0,007
4	32,31±0,007	29,90±0,007
5	23,43±0,004	21,10±0,013
6	24,05±0,008	24,40±0,017
7	29,62±0,004	26,80±0,004
8	23,80±0,009	21,52±0,005
9	31,12±0,016	29,70±0,011
10	32,18±0,013	30,20±0,014
11	27,23±0,024	25,80±0,025
12	26,56±0,016	23,30±0,010

*Média ± desvio padrão das repetições. Fonte: Autores.

Os resultados dos valores dos coeficientes dos termos e sua validação estatística são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados da modelagem pelo método passo a passo para o conteúdo de umidade (g/g, b.s.).

Variável	Coefficiente	$p (<0,05)$	R^2_{adj}	MRE (%)
Intercepto	31,683	---		
PxJ	-1,4389x10 ⁻⁰²	0,036	0,970	11,440

*--- Não se aplica, p probabilidade do fator F ($\alpha = 95\%$). Fonte: Autores.

O coeficiente de determinação (R^2) para o modelo ajustado para a resposta umidade em água foi de 0,9701, indicando que o modelo explicou 97,01 % da variação dos dados observados. O coeficiente de determinação ajustado (R^2_{adj}) foi de 0,95047; o MRE (%) encontrado indica a boa precisão do modelo. Percebe-se que o efeito da concentração de polpa de juçara (J , ml) é muito mais forte que da concentração de pectina cítrica (P , g), considerando $p (<0,05)$.

O modelo codificado proposto para representar a umidade do filme, dentro dos limites de concentrações de polpa de juçara e pectina estudados, é descrito pela Equação (6):

$$\text{Conteúdo de Umidade (g/g, b.s.)} = 31,683 - 1,4389 \times 10^{-2} P \times J \quad (6)$$

Onde P representa a variável concentração de pectina cítrica e J a variável concentração de polpa de juçara empregadas. As modelagens dos resultados do conteúdo de umidade são demonstradas na Figura 2, onde os dados representam a média dos valores em triplicata.

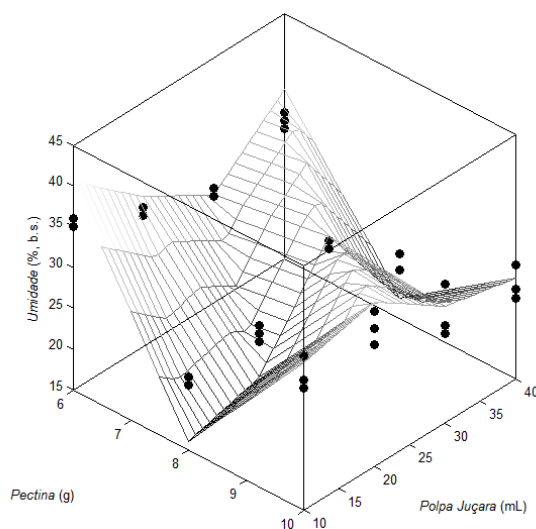


Figura 2 - Valores experimentais do conteúdo de umidade (●) em função da concentração de pectina e polpa utilizada na produção do extrato de juçara.

Fonte: Autores.

Segundo Munhoz et al. (12), os materiais biodegradáveis com alta são considerados de melhor uso em embalagens de alimentos. Portanto, analisando os dados obtidos neste trabalho, a solubilidade em água dos filmes apresentou bastante variância, apresentando solubilidade média de 26,60%. Estes valores foram próximos aos encontrados por Da Silva et al. (2) em filmes formados com pectina/mesocarpo do coco babaçu e por Lopes et al. (13) em filmes formados com pectina/isolado proteico de soro de leite.

Lucena et al. (14) esclarece que a alta solubilidade do filme é vantajosa quando este precisa ser submetido ao contato com a água durante o processamento do alimento. Nesse âmbito, embalagens comestíveis são utilizadas para acondicionamento de porções de ingredientes ou aditivos alimentares destinados a serem dispersos em misturas alimentares (porções individuais de sopas, chás, açúcar e temperos), onde é desejável uma dissolução instantânea no meio utilizado ou, também, na encapsulação de alimentos ou aditivos.

O método passo a passo eliminou os fatores não-significativos e validou a significância da regressão e da falta de ajuste em relação a 89,13 % de confiança através do teste F. As correlações lineares e não lineares obtidas pela modelagem dos resultados experimentais de solubilidade são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultados da modelagem pelo método passo a passo para o percentual de massa solubilizada (%).

Variável	Coefficiente	p (<0,05)	R^2_{adj}	MRE (%)
Intercepto	0,050	---		
$(P^3) \times J$	$6,309 \times 10^{-05}$	$8,803 \times 10^{-03}$		
J^4	$1,292 \times 10^{-07}$	$2,467 \times 10^{-03}$		
$P \times J^2$	$-6,944 \times 10^{-05}$	$1,317 \times 10^{-03}$	0,8732	7,5324
$1/P^3$	50,381	$7,378 \times 10^{-05}$		
$P^4 \times J$	$-4,001 \times 10^{-06}$	$1,868 \times 10^{-02}$		

*--- Não se aplica, p probabilidade do fator F ($\alpha = 95\%$). Fonte: Autores.

O coeficiente de determinação (R^2) para o modelo ajustado para a resposta solubilidade em água foi de 0,8913, indicando que o modelo é preditivo. O alto coeficiente de determinação ajustado (R^2_{adj}) e baixo MRE (%) encontrado indicam a boa precisão do modelo. Percebe-se que o efeito da concentração de pectina cítrica (P , g) é menos forte que da concentração de polpa de juçara (J , mL), considerando p (<0,05). O modelo codificado proposto para representar o percentual de solubilidade do filme é descrito pela Equação (7).

$$\text{Solubilidade (\%)} = 143,490 + 6,309 \times 10^{-05} P^3 \times J + 1,292 \times 10^{-07} J^4 - 6,944 \times 10^{-05} P \times J^2 + 50,381 / P^3 - 4,001 \times 10^{-06} P^4 \times J \quad (7)$$

A modelagem dos resultados é realizada na Figura 3, onde os dados representam a média dos valores em triplicata. A concordância entre os valores experimentais e calculados pelo modelo obtido para teor de umidade e solubilidade estão dispostos abaixo na Figura 4 (A e B).

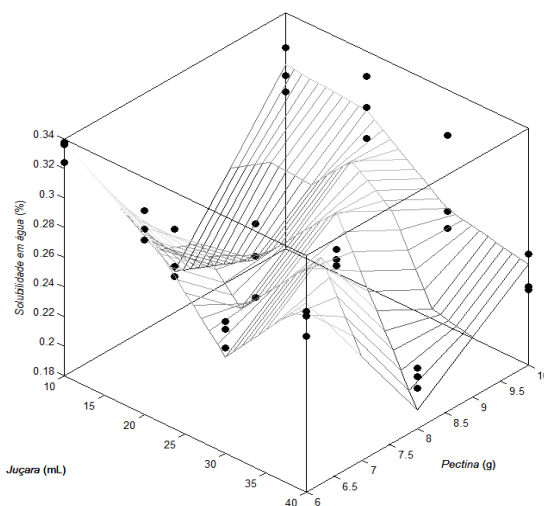


Figura 6 - Valores experimentais do percentual de massa solúvel (●) em função da concentração de pectina e polpa utilizada na produção do extrato de juçara.

Fonte: Autores.

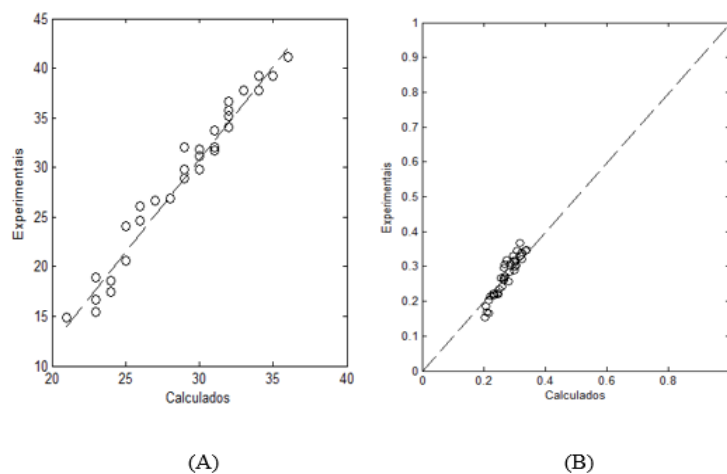


Figura 7 - Valores experimentais e calculados para teor de umidade (A) e solubilidade (B) a nível de comparação entre os experimentais e os calculados.

Fonte: Autores.

Espessura e permeabilidade ao vapor de água (PVA)

Os resultados de espessura e permeabilidade ao vapor de água dos filmes de pectina cítrica com as diferentes quantidades de extrato de juçara são apresentados na Tabela 6.

Os valores dos ensaios experimentais de espessura variaram de 0,11 a 0,23 mm. Melo et al. (15), trabalhando com filmes à base de pectina e polpa de cacau, observaram que conforme o aumento da concentração de pectina, maiores foram os valores da espessura do filme, o que não ocorreu neste trabalho. Em filmes a base de pectina extraída do albedo do pomelo, Moraes (16) obteve espessura de 0,12 mm, valor próximo ao encontrado neste trabalho. Ezati e Rhim (17), analisando filme de pectina, obtiveram filmes finos, cerca de duas vezes mais finos que o encontrado neste trabalho, sendo a espessura média de 0,05 mm.

Segundo Chiumareli e Hubinger (18), Liu et al. (19) e Dash et al. (20), os materiais biodegradáveis com baixa permeação ao vapor de água são considerados de melhor uso em embalagens de alimentos. A permeação deve ser mínima, visando reduzir a transferência de umidade entre o alimento e sua atmosfera circundante, uma vez que essa permeação a água leva a danos na textura dos alimentos e perda de nutrientes. Assim, analisando os dados obtidos neste trabalho, a PVA apresentou variação de 4,39 a 8,30 g.mm/m².dia.kPa, com valor médio de 6,34 g.mm/m².dia.kPa. Essa baixa PVA de filmes comestíveis é um dos resultados esperados, visto que, para utilização em frutos, esta variável é responsável pela extensão da vida útil dos mesmos (21).

Estudando filmes a base de pectina, Mendes et al. (22) e Melo et al. (15) obtiveram valores de permeabilidade que corroboram com este trabalho, apresentando valores médios de 4,15 e 6,25 g.mm/m².dia.kPa, respectivamente.

Tabela 6 - Espessura e permeabilidade ao vapor de água dos filmes de pectina cítrica com as diferentes quantidades de polpa de juçara.

Ensaio	Espessura (mm)	Permeabilidade ao Vapor de Água (g.mm/m ² .dia.kPa)
1	0,111±0,006	8,805±0,224
2	0,120±0,015	8,205±0,277
3	0,125±0,018	7,320±0,266
4	0,151±0,003	6,340±0,563
5	0,160±0,025	5,180±0,626
6	0,165±0,020	5,380±0,120
7	0,142±0,034	5,462±0,404
8	0,135±0,010	6,430±0,416
9	0,121±0,002	8,304±0,067
10	0,145±0,018	8,056±0,204
11	0,131±0,021	7,256±0,235
12	0,123±0,016	7,635±0,247

*Média ± desvio padrão das repetições. Fonte: Autores.

Para a análise estatística, foram calculados os efeitos das variáveis independentes sobre as respostas estudadas, bem como o erro e a significância estatística (p). Após a eliminação dos fatores não-significativos, verificou-se a significância da regressão e da falta de ajuste a um nível de confiança de 89,25% ($p \leq 0,05$), através do método passo a passo, utilizando o teste F para o planejamento experimental estudado.

Nas Tabelas 7 e 8 estão apresentadas as estimativas dos efeitos lineares e não-lineares e das interações, respectivamente, para a resposta espessura e permeabilidade ao vapor de água dos filmes de pectina com extrato de juçara.

A adição de polpa de juçara apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) positivo sobre a espessura do filme, indicando que quanto mais elevado o teor de polpa maior a espessura do filme, com esse efeito se expressando através de uma correlação linear. Tomando como referência a pectina cítrica, as diferentes concentrações utilizadas no planejamento experimental não tiveram efeito significativo sobre a variável estudada. O coeficiente de determinação (R^2) para o modelo ajustado para a resposta espessura foi de 0,953, indicando que o modelo é preditivo. Embora o MRE (%) tenha sido acima do satisfatório (15,96%), o alto coeficiente de determinação ajustado (R^2_{adj}) indica a boa precisão do modelo.

Com relação a PVA, o efeito das concentrações de pectina cítrica utilizadas fora mais forte que os efeitos das concentrações de polpa de juçara, tanto os efeitos lineares quanto cúbicos. O acréscimo de pectina cítrica apresentou efeito linear significativo ($p < 0,05$) positivo sobre a PVA do filme entre as concentrações de 6g e 8g, indicando que quanto menor a concentração de pectina, maior a permeabilidade ao vapor de água. Entre 8g e 10 g de pectina, o efeito negativo da varável P^3 é mais evidente. Segundo Das et al

(23), conforme o aumento da proporção de pectina, aumenta a PVA dos filmes; esse efeito, provavelmente está relacionado ao grau de organização da rede de proteínas. Este efeito também pode ser atribuído ao maior número de grupos hidroxila livres, aumentando a interação com a água e favorecendo a transmissão do vapor de água através dos filmes.

Tabela 7 - Resultados da modelagem pelo método passo a passo para a espessura do filme (mm).

Variável	Coefficiente	p (<0,05)	R^2_{adj}	MRE (%)
Intercepto	0,114	---		
$P^2 \times J$	$8,078 \times 10^{-02}$	$6,756 \times 10^{-03}$	0,952	15,96

*--- Não se aplica, p probabilidade do fator F ($\alpha = 95$ %). Fonte: Autores.

Tabela 8 - Resultados da modelagem pelo método passo a passo para a permeabilidade ao vapor de água (g.mm/m².dia.kPa).

Variável	Coefficiente	p (<0,05)	R^2_{adj}	MRE (%)
Intercepto	-4,466	---		
P	28,495	$5,656 \times 10^{-01}$		
P^3	1,055	$5,661 \times 10^{-05}$	0,899	13,467
$P \times J$	-0,096	$6,921 \times 10^{-06}$		
$P^2 \times J$	0,045	$1,140 \times 10^{-06}$		
J	0,086	$3,312 \times 10^{-06}$		
$1/J$	-0,003	$4,619 \times 10^{-04}$		

*--- Não se aplica, p probabilidade do fator F ($\alpha = 95$ %). Fonte: Autores.

O coeficiente de determinação (R^2) para o modelo ajustado para a resposta permeabilidade ao vapor de água foi de 0,899, indicando que o modelo explica 89,90% das interações. O alto coeficiente de determinação ajustado (R^2_{adj}) e MRE (%) são satisfatórios. Os modelos codificados propostos para representar a variação de espessura e permeabilidade ao vapor de água em diferentes concentrações de pectina cítrica (P , g) e polpa de juçara (J , ml) são descritos pelas Equações (9) e (10).

$$\text{Espessura (mm)} = 0,114 + 8,078 \times 10^{-02} A^2 \times P \quad (9)$$

$$\text{Permeabilidade ao Vapor de Água (g.mm/m}^2\text{.dia.kPa)} = -4,466 + 28,495 P + 1,055 P^3 - 0,096 P \times J + 0,04 P^2 \times J + 0,086 J - 0,0031/J \quad (10)$$

As modelagens dos resultados são descritas nas Figuras 5 e 6, na qual os dados representam a média dos valores em triplicata. É possível observar os pontos obtidos para o experimento de espessura e permeabilidade ao vapor de água do filme de juçara. Os pontos resultantes apresentaram-se satisfatórios visto que a nível de comparação dos gráficos os pontos se aproximam, o que indica a idealidade.

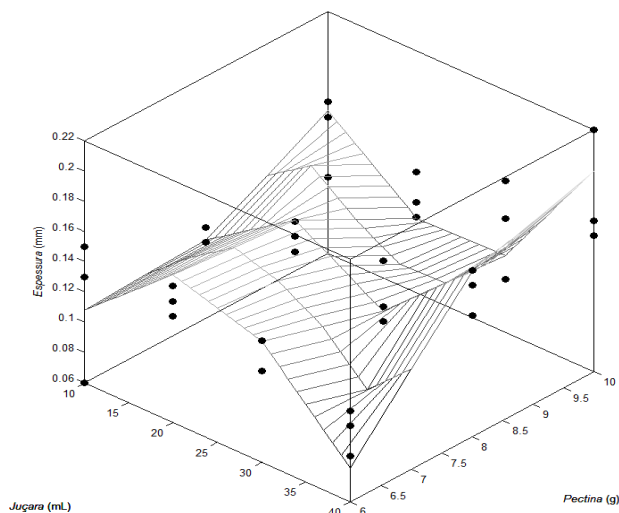


Figura 8 - Valores experimentais da espessura dos filmes (●) em função da concentração de pectina cítrica e polpa de juçara.

Fonte: Autores.

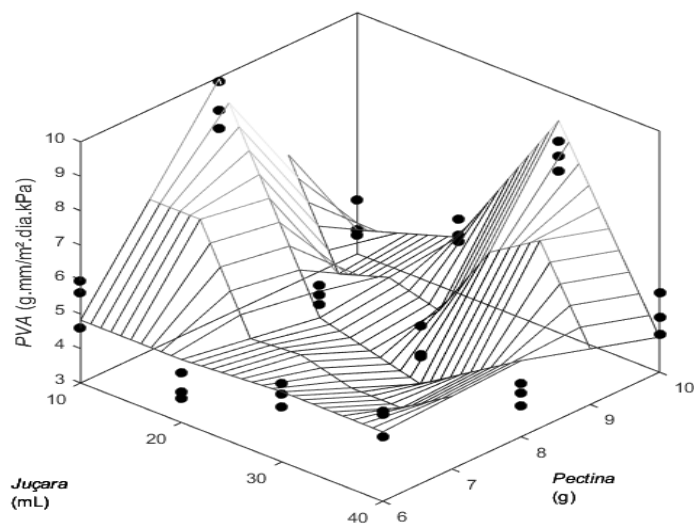


Figura 9 - Valores experimentais da permeabilidade ao vapor de água (●) em função da concentração de pectina e polpa utilizada na produção do extrato de juçara.

Fonte: Autores.

A Figura 6 demonstra os termos obtidos por superfície de resposta após o experimento de permeabilidade ao vapor de água para formação de filmes a diferentes concentrações de polpa, é possível perceber que com a adição significativa de pectina cítrica e polpa de juçara temos um valor crescente no que se trata da permeabilidade do filme.

Contudo, é importante ressaltar que os valores a diferentes concentrações variaram como o de esperado, encontrando-se assim valores coerentes em comparação a literatura.

A Figura 7 ilustra a concordância entre os valores calculados e experimentais para a espessura (A) e permeabilidade ao vapor de água (B). O que nos permite observar que, comparando os pontos obtidos aos experimentais, tem-se pontos próximos da idealidade, os quais se destacam por apresentarem-se próximos da linearidade.

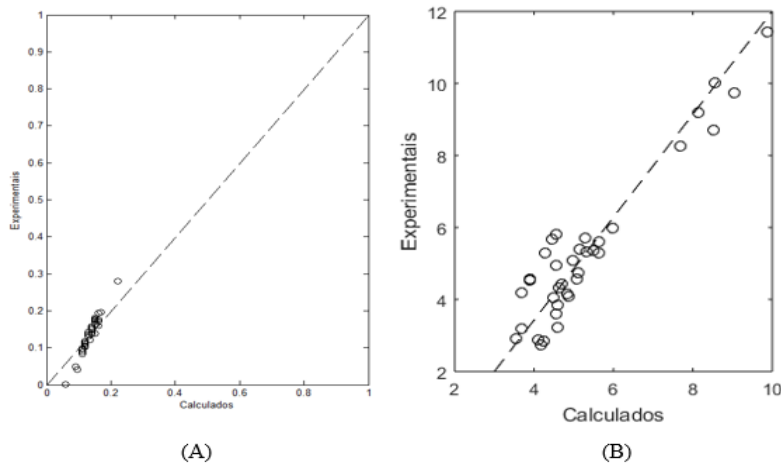


Figura 10 - Valores Experimentais versus valores calculados para espessura (A) e permeabilidade ao vapor de água (B).

Fonte: Autores.

Espectroscopia de infravermelho por ATR

As Figuras 8, 9, 10 e 11 representam os dados gráficos de espectroscopia de infravermelho por ATR a diferentes concentrações de juçara, variando de 10 a 40ml. Os resultados apresentaram aspectos semelhantes, o que indica que o aumento da concentração de juçara e pectina cítrica não interferiu significativamente de modo que gerasse resultados divergentes entre si. Estas figuras mostram os espectros de pectina do extrato da juçara, que são representados pelos ácidos poligalacturônicos esterificados e não esterificados, localizados na banda de 3740 cm^{-1} . Os espectros que representam os grupos poligalacturônico mostram que o aumento da concentração de ácido cítrico promove a perda ou clivagem dos grupos metoxílicos resultando no decréscimo do grau de metoxilação promovendo assim modificações nas características reológicas da pectina. É possível perceber essa variação em todos os gráficos em múltiplas concentrações. Na banda de aproximadamente 500 cm^{-1} é possível perceber a variação significativa do espectro, o que se pode relacionar a presença do ácido metoxílico presente na estrutura do polissacarídeo, indicando assim o baixo grau de metoxilação.

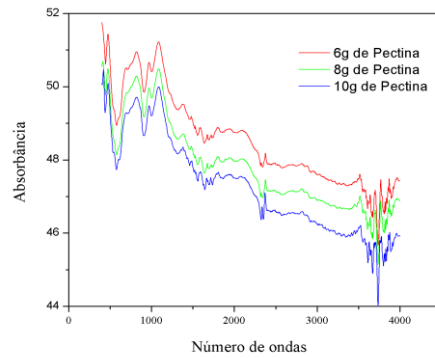


Figura 11 - Espectroscopia de infravermelho por ATR para filmes com concentração de 10ml de polpa de juçara.
Fonte: Autores.

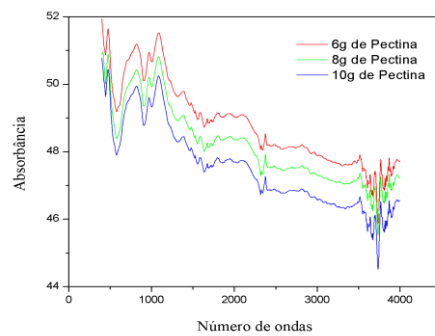


Figura 12 - Espectroscopia de infravermelho por ATR para filmes com concentração de 20ml de polpa de juçara.
Fonte: Autores.

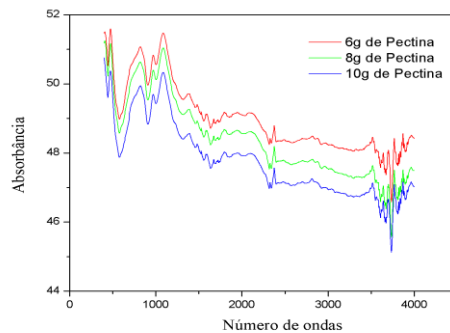


Figura 13 - Espectroscopia de infravermelho por ATR para filmes com concentração de 30ml de polpa de juçara.
Fonte: Autores.

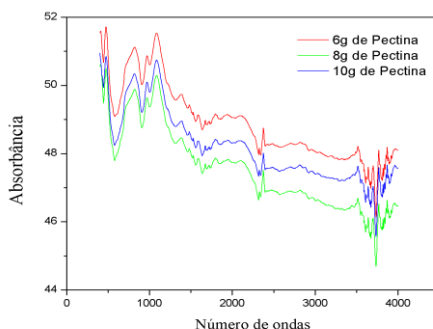


Figura 14 - Espectroscopia de infravermelho por ATR para filmes com concentração de 40ml de polpa de juçara.

Fonte: Autores.

Pontos selecionados

Dentre as formulações estudadas, a que apresentou menor conteúdo de umidade foi a preparada com 6 gramas de pectina cítrica empregando-se 10ml de juçara na elaboração da polpa, o que se deve ao fato do manuseio ao despolpar o fruto e maior concentração de água utilizada para produção. A formulação menos solúvel em água foi a preparada com 8 g de pectina empregando-se 20 ml de polpa na elaboração do filme. A caracterização que apresentou a menor espessura foi a composta de 10 ml de polpa e 6g de pectina. Quanto à permeabilidade ao vapor de água, a amostra que se mostrou num nível de satisfação maior foi a de 8g de pectina e 20 ml de juçara. Quanto a espectroscopia o resultado apresentou-se adequado diante dos compostos utilizados. Foi possível verificar a presença do ácido galacturônico presente na pectina e identificar seu grau de metoxilação.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nessa pesquisa mostram que a adição de juçara como extrato na produção de biofilmes apresenta resultados viáveis, considerando que o filme adquire cor característica do fruto que é utilizado na elaboração dos filmes.

A baixa solubilidade dos filmes comprova o potencial destes para a produção de embalagens biodegradáveis.

As diferentes concentrações de polpa e pectina utilizadas influenciaram simultaneamente a solubilidade, a umidade, a permeabilidade ao vapor de água. A espessura foi a única propriedade que sofreu efeito de uma única variável: a concentração de polpa empregada. A concentração de polpa utilizada na preparação do extrato teve efeito significativo, maior que a concentração de pectina na maioria dos experimentos, visto que a quantidade de extrato utilizado era superior à de pectina.

O método estatístico utilizado obteve modelos preditivos e eficientes segundo os parâmetros empregados, permitindo prever resultados experimentais futuros.

Os valores encontrados neste trabalho estão próximos aos encontrados na literatura para filmes biodegradáveis à base de pectina e outros polissacarídeos.

Encontrou-se poucos artigos empregando técnicas de elaboração de biofilmes com uso da juçara. Por isso, a necessidade de comparação com outras frutas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos (LEPPBio) da Universidade Federal do Maranhão por todo suporte nos ensaios experimentais.

REFERÊNCIAS

1. Lopes IA, Paixão LC, da Silva LJS, Rocha AA, Barros Filho AKD, Santana AA. Elaboration and characterization of biopolymer films with alginate and babassu coconut mesocarp. *Carbohydrate polymers*. 2020; 234: 115747.
2. Da Silva DC, Lopes IA, Da Silva LJS, Lima MF, Barros Filho AKD, Villa-Vélez HÁ, Santana A.A. Physical properties of films based on pectin and babassu coconut mesocarp. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019; 130: 419-428.
3. Cardoso A, de Liz S, Rieger D, Farah A, Kunradi Vieira F, Altenburg de Assis M, et al. An Update on the Biological Activities of *Euterpe edulis* (Juçara). *Planta Medica*. 2018;84(08):487–99.
4. Pereira, DCS et al. Extração de compostos bioativos dos frutos da juçara: o açaí da mata atlântica. *Hig. Alim*. 2018;113-120.
5. Rocha, CT. Composição fenólica e capacidade antioxidante de juçara (*Euterpe edulis*) cultivada nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, Doutor. Viçosa. UFV. 2017.
6. De Freitas, AJ et al. Produção e caracterização de filmes finos à base de isolado proteico de soja com lignina kraft e taninos obtidos por casting. *Revista Brasileira de Ciências*. 2022;1(2);28-45.
7. Nascimento KR de F, Santos MRR dos, Silva JA da. Sacolas Biodegradáveis: Sustentabilidade e ascensão da produção. *Diversitas Journal*. 2022;7(1):0171–89.
8. Raposo AKdS, Paixão LC, Rocha AA. et al. Characterization of Biodegradable Films Produced from Mixtures of Alginate, Starch and Babassu Fibers. *J Polym Environ*. 2021; 29: 1212–1226.
9. ASTM International (2016) ASTM E96/E96M-16. In Standard, test methods of water vapor transmission of of materials. West Conshohocken.
10. Villa-Vélez HA. et al. Estudo da capacidade calorífica específica da biomassa de resíduos de banana para aplicação na indústria de etanol de segunda geração. *Progresso Ambiental & Energia Sustentável*. 2015;34(4);1221-1228.
11. Bierhalz ACK, Silva MA da, Kieckbusch TG. Natamycin release from alginate/pectin films for food packaging applications. *Journal of Food Engineering*. 2012; 110: 18–25.
12. Munhoz CL, Sanjinez-Argandoña EJ, Soares Júnior MS. Extração de pectina de goiaba desidratada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2010; 30: 119-125.
13. Lopes IA, Santos Jr J, Da Silva DC, Da Silva LJS, Barros AK, Villa-Vélez HA, Santana AA. Characterization of Pectin Biofilms with the Addition of Babassu

- Mesocarp and Whey Protein Concentrate. *American Journal of Materials Science*. 2017; 7(3): 64-70.
14. Lucena CAA de, Costa SC da, Eleamen GR de A, Mendonça EA de M, Oliveira EE. Desenvolvimento de biofilmes à base de xilana e xilana/gelatina para produção de embalagens biodegradáveis. *Polímeros*. 2017;27(spe):35–41.
 15. Melo PTS, Aouada FA, Moura, MR de. Fabricação de filmes bionanocompósitos à base de pectina e polpa de cacau com potencial uso como embalagem para alimentos. *Química Nova*. 2017; 40(3): 247-251.
 16. Moraes NF de S. Desenvolvimento de filmes sustentáveis à base de pectina extraída do albedo do pomelo (*Citrus Grandis*). 2020. 35p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação Ciência de Tecnologia Goiano.
 17. Ezati P, Rhim, JW. pH-responsive pectin-based multifunctional films incorporated with curcumin and sulfur nanoparticles. *Carbohydrate Polymers*. 2020; 230(115638): 1-31.
 18. Chiumarelli M, Hubinger MD. Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. *Food Hydrocolloids*. 2014; 38: 20-27.
 19. Liu F, Avena-Bustillos RJ, Chiou B-S, Li Y, Ma Y, Williams TG, Wood DF, Mchugh TH, Zhong F. Controlled-release of tea polyphenol from gelatin films incorporated with different ratios of free/nanoencapsulated tea polyphenols into fatty food simulants. *Food Hydrocolloids*. 2017; 6(2): 212–221.
 20. Dash KK, Ali NA, Das D. Mohanta, D. Thorough evaluation of sweet potato starch and lemon-waste pectin based-edible films with nano-titania inclusions for food packaging applications. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019;139: 449-458.
 21. Otoni CG, Avena-Bustillos RJ, Azeredo HMC, Lorevice MV, Mchugh TH, Mattoso LHC. Recent advances on edible films based on fruits and vegetables. A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017; 00: 1151–1169.
 22. Mendes JF, Martins JT, Manrich A, Sena Neto AR, Pinheiro ACM, Mattoso LHC, Martins MA. Development and physical-chemical properties of pectin film reinforced with spent coffee grounds by continuous casting. *Carbohydrate Polymers*. 2019; 210: 92-99.
 23. Das P et al. Transformation of chicken feather keratin and pomelo peel pectin into biodegradable composite film. *Journal of Polymers and the Environment*. 2018; 26(5), 2120–2129.

Capítulo 39

doi.org/10.53934/9786599539664-39

POTENCIAL DE APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DOS RESÍDUOS DA FILETAGEM DA TILÁPIA DO NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS* L.): UM ESTUDO DE REVISÃO

Bianca Helena Leão Nunes *; **Janille Valentim de Andrade **; **Thamirys Lorrane Santos Lima **; **Elisabete Piacó de Sousa **; **Emanuel Neto Alves de Oliveira **; **João Vitor Fonseca Feitoza **; **Rerisson do Nascimento Alves **

*Autor correspondente (Corresponding author) – E-mail: thamirysl2012@hotmail.com

Resumo: O pescado é considerado um alimento fonte de proteínas, além de oferecer outros nutrientes fundamentais para saúde humana, tais como vitaminas, minerais e ácidos graxos essenciais. Dentre os peixes mais produzidos e consumidos no Brasil, têm-se a tilápia do Nilo, que se caracteriza por sua carne branca, com sabor delicado e textura firme. Neste sentido, um dos principais produtos oriundos da tilápia é o filé, uma vez que é muito procurado pelos consumidores. Porém, para a obtenção do filé, ocorre a geração de inúmeros resíduos provenientes do processo de filetagem, que são descartados causando assim vários danos ao meio ambiente. Nesta perspectiva, objetivou-se com esta pesquisa, verificar o potencial de aproveitamento tecnológico dos resíduos da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) através de um estudo de revisão. Os dados coletados, revelaram que o rendimento do filé na produção de tilápia corresponde de 35 a 40% do peso total, resultando em valores de 60 a 70% de resíduos e que estes podem ser aproveitados na forma de farinha de pescado, óleo de peixe, nuggets, fishburgers, snacks, embutidos, patês, concentrados proteicos e farinhas, agregando assim valor a matéria-prima que antes seria descartada. Ademais, o aproveitamento tecnológico dos resíduos provenientes da filetagem da tilápia do Nilo, apresenta-se como uma importante estratégia para diminuição do desperdício, agregação de valor aos resíduos, geração de renda para os pequenos produtores e ainda se configura como uma nova opção para a indústria de produtos cárneos e para os consumidores de forma geral.

Palavras-chave: fishburger; nuggets de pescado; óleo de peixe, pescado; vísceras;

INTRODUÇÃO

Entende-se por pescado os peixes, os crustáceos, os moluscos, os anfíbios, os répteis, os equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana (1). A aquicultura tem a produção de mais rápido crescimento globalmente, e a carne de pescado é a mais consumida no mundo quando se soma pescado de captura e pescado de aquicultura (2). Em 2018 a produção global de pescado atingiu cerca de 179 milhões de toneladas dos quais 82 milhões de toneladas veio da produção da aquicultura, 156 milhões de toneladas foram usadas para consumo humano, registrando um abastecimento anual de 20,5kg per capita. Além disso, 22 milhões de toneladas foram destinadas para usos não

alimentares como produção de farinha de peixe e óleo de peixe. A aquicultura foi responsável por 46% da produção total e 52% de pescado para consumo humano (3).

O pescado é considerado uma das principais fontes de proteínas na alimentação humana, caracterizado por possuir elevada digestibilidade e alto valor biológico, além de um elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados, sendo um dos alimentos mais saudáveis do ponto de vista nutricional. Os peixes contêm alto valor nutritivo, possuem elevados teores de vitamina A e D, gordura insaturada, proteína de excelente valor biológico, além de serem fontes de cálcio e fósforo (4,5). A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) vem se destacando como uma das espécies mais cultivadas no Brasil e no mundo nos últimos anos, e esse forte crescimento se deve às suas características, uma vez que é uma espécie de boa adaptabilidade, resistência, facilidade na reprodução, altas taxas de crescimento e sobrevivência. Já a preferência relacionada ao consumidor, está associada à sua carne branca firme, sabor delicado, baixo teor de gordura e calorias e ausência de ossos em forma de “Y” (6).

Assim, de toda a produção de peixes no Brasil, de acordo com dados da PeixeBR (7), 60,6% são representadas pela tilápia do Nilo, e consolida o país como o quarto maior produtor mundial da espécie. O seu principal meio de comercialização é em filé congelado, pois é o produto que apresenta maior importância significativa para o mercado interno e exportação. Porém, o processamento da tilápia para a obtenção do filé, resulta em alta geração de resíduos, que pode variar entre 65 a 68% da matéria-prima (8,9). Pode-se definir os resíduos como as partes não aproveitadas de uma determinada produção ou partes descartadas por limitações tecnológicas ou mercadológicas. Os resíduos se caracterizam por não apresentar valor de mercado e o seu descarte acarretar danos ao meio ambiente quando feito de forma inadequada (10).

Desta forma, os locais que vendem pescados in natura são as maiores fontes geradoras de resíduos, geralmente são locais carentes de tecnologias voltadas ao aproveitamento de resíduo e com grande processamento de subprodutos e quantidade elevada de descarte. Apesar de várias atividades de processamento de pescados ocorrer em maiores quantidades nas indústrias e haver muita dispersão de resíduos em efluentes, vale ressaltar, que, devido ao processo de modernização e a necessidade de mitigar impactos ambientais, houve uma crescente necessidade de desenvolver estratégias de processamento para maximizar o reaproveitamento dos componentes funcionais presentes nos resíduos comestíveis de pescado e os destinar à fabricação de produtos de alto valor nutricional (6). Diante deste contexto, objetivou-se com este estudo, verificar o potencial do aproveitamento tecnológico dos resíduos da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) através de um estudo de revisão.

PANORAMA DA PRODUÇÃO DE PESCADO NO BRASIL E NO MUNDO

Em linhas gerais, pode-se definir a aquicultura como a produção de organismos aquáticos (peixes, moluscos, crustáceos, plantas aquáticas etc.), em qualquer fase de desenvolvimento, em espaço confinado e controlado. Embora haja registro da atividade há séculos, foi somente nas últimas décadas que a aquicultura veio a se consagrar como solução para a conjugação de uma demanda crescente por pescados com as limitações da pesca extrativista (11).

Segundo Milanez et al. (11), ao longo das últimas décadas a aquicultura vem ganhando relevância no mundo, apresentando um crescimento substancial da produção. Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, de 2018

(FAO, na sigla em inglês), revelam que a produção aquícola já atinge quase 50% da oferta mundial de pescados. Assim, o cultivo de peixes vem assumindo importância cada vez maior no panorama do abastecimento alimentar (10). Nesse contexto, a produção mundial de pescado tem demonstrado um incremento acelerado nas últimas décadas, onde este desenvolvimento tem sido impulsionado pelo crescimento populacional, aumento da renda e urbanização e pela forte expansão da produção de peixes e distribuição mais eficiente (12). Em 2014, segundo a FAO (13), a produção mundial de pescado atingiu a marca de 167 milhões de toneladas, com 73,8 milhões de toneladas provenientes da aquicultura.

Na América do Sul, o Chile registrou uma produção de 1,2 milhão de toneladas (sendo o sétimo maior produtor do mundo), seguido pelo Brasil, com 561 mil toneladas, ocupando a 13ª posição no ranking geral dos maiores produtores de pescado. A China está na liderança do mercado do pescado como maior produtor e exportador, com mais de 45 milhões de toneladas ao ano. A China destaca-se, como mencionado anteriormente, seguido da Índia, Indonésia e Vietnã (14,15).

Milanez et al. (11), apontam para os diversos fatores que convergiram para tornar a tilápia um produto de destaque na aquicultura mundial. O peixe tem características singulares que facilitam seu cultivo, apresentando boa adaptação a distintas regiões climáticas e diferentes sistemas de cultivo. Pelo lado da demanda, seu sabor suave e a ausência de espinhas tornam seu filé bastante apreciado.

No Brasil, os primeiros registros de produção aquícola pela FAO, remontam a 1969, mas é somente a partir da década de 1990, com a permissão do uso de águas da União para fins de aquicultura e a utilização de tanques de rede, que houve maior expansão da produção. Gradualmente, a produção aquícola foi se profissionalizando, garantindo incremento de produtividade e qualidade. A aquicultura brasileira terminou o ano de 2017 produzindo cerca de 691 mil toneladas de peixes cultivados, o que representa um incremento de 8% em relação ao ano anterior. O resultado representou um retorno à trajetória de crescimento mais robusto, depois das dificuldades enfrentadas em 2016 por conta da recessão econômica e da redução nos níveis de reservatórios em decorrência da estiagem (16).

No período de 2010 a 2018, segundo a FAO (3), estima-se que a aquicultura cresceu 4,94% a.a., enquanto a pesca diminuiu -1,18% a.a. Em 2010, a aquicultura representava 34% da produção total, e em 2018 conquistou a máxima de 46%. Desse modo, estima-se que em 2021 essa porcentagem alcance 51% correspondendo a uma produção pesqueira de âmbito nacional superior a 706 mil toneladas.

Apesar de ser produzida em quase todo o Brasil, a cadeia produtiva da tilápia apresenta uma concentração em determinadas microrregiões geográficas. Essa característica se dá em face de diversos fatores, como a presença de recursos hídricos (como os grandes reservatórios), existência de grandes empresas-âncoras ou ainda a disponibilidade de insumos (como alevinos ou ração). Essa dinâmica tem levado a cadeia da tilápia a se estruturar em torno desses polos produtivos, que, mesmo sem apresentar uma organização institucional-formal na maioria dos casos, têm possibilitado forte interação dos agentes produtivos e governamentais presentes nessas aglomerações. Atualmente, existem vários polos produtivos de tilápia no Brasil, mas os mais relevantes quanto ao volume de produção estão localizados nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. No entanto, destaca-se a existência de polos que, mesmo com pequeno volume de produção, apresentam importante potencial de crescimento, tais como aqueles localizados em Goiás e Minas Gerais (11).

Assim, entre as diversas espécies de peixes produzidas no país, a tilápia é a que se encontra em maior estágio de desenvolvimento, liderando a produção brasileira de carne de peixe em volume e valor. Com uma demanda interna estável que ainda tem um bom potencial de aumento relacionado ao próximo ciclo de crescimento econômico sustentável, a maior parte de nossa produção visa atender ao consumo nacional (11).

Conforme a Associação Brasileira da Piscicultura (7), a produção de peixes de cultivo, em 2019, cresceu 4,9% sobre 2018. A tilápia está entre as espécies de peixe mais produzidas no mundo, com 6,4 milhões de toneladas no panorama global, segundo dados de 2019. No Brasil, em 2019, a produção foi de 432.149 toneladas, assumindo a quarta posição mundial, e ultrapassando Tailândia e Filipinas com 90 mil toneladas a menos. A produção de pescado brasileira é composta pela tilápia participando com 57% do total, peixes nativos com 38% e outras espécies em ascensão, como o Pangá, com 5% (7).

A expansão da atividade de piscicultura está atrelada às potencialidades naturais do Brasil que dispõe de uma ampla costa marítima, milhões de hectares de água represada, clima preponderantemente tropical, imensa concentração de água doce continental, e áreas favoráveis para a construção de tanques e açudes. Esses fatores têm contribuído para atrair investidores domésticos e internacionais interessados no cultivo de pescados com finalidade comercial (17,18).

TILÁPIA DO NILO E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Segundo o Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017, o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), no Art. 205, define-se como pescado os peixes, os crustáceos, os moluscos, os anfíbios, os répteis, os equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana (1). O pescado é considerado um alimento fonte de proteínas, além de oferecer outros nutrientes fundamentais para saúde humana, tais como vitaminas, minerais e ácidos graxos essenciais. Os peixes, em especial, são ricos em ácidos graxos essenciais ômega 3 e ômega 6, sendo recomendado como fonte de gordura saudável.

Das espécies de peixes mais produzidas no mundo, as carpas estão em primeiro lugar. Entretanto, a tilápia do Nilo está cada vez mais ganhando espaço na produção, sendo o peixe mais introduzido no mundo, presente em mais de 140 países (19). Essa espécie aparece em segundo lugar no volume de produção de peixes no mundo, e no Brasil é a mais produzida (20).

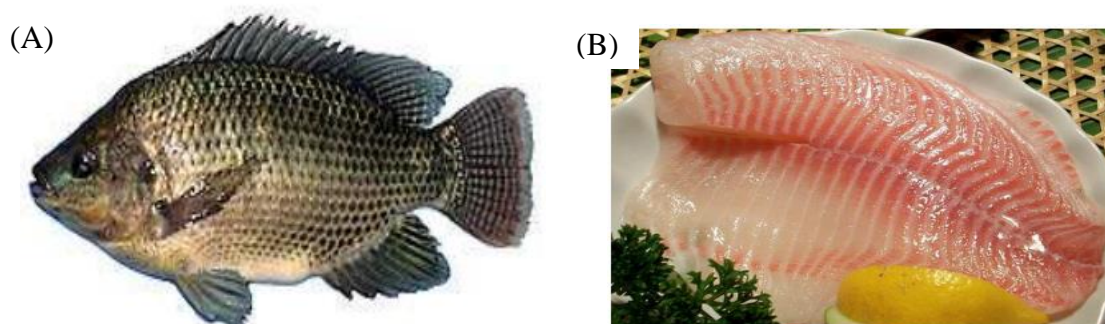
A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um peixe de água doce originário de rios costeiros de Israel e do rio Nilo, da bacia do lago Chad e Níger, rio Benue e rio Senegal. Essa espécie de peixe é da família Cichlida e foi introduzida no Brasil em 1971, como alternativa de fonte alimentar de proteína de origem animal para pessoas de baixa renda, sendo produzida primeiramente no nordeste brasileiro (21).

Ademais, é um peixe reconhecido por se adaptar a diferentes condições de qualidade de água. Possuem capacidade de suportar baixas concentrações de oxigênio. Os valores de pH aconselháveis para obtenção de melhores resultados devem estar entre 6,0 e 8,5 e a concentração de amônia estar abaixo de 0,24 mg/l, porém convivem muito bem com uma faixa bastante ampla de acidez e alcalinidade na água, mas valores muito extremos como inferior a 3,5 ou acima de 12 causam mortalidade em menos de 6 horas de exposição. Além disso, se reproduzem em águas salobras e salgadas e toleram altas concentrações de amônia tóxica comparadas à maioria dos peixes cultivados (22).

A tilápia nilótica atinge a primeira maturação gonadal aos quatro ou cinco meses de idade, podendo a partir de então desovar a cada dois meses durante todo o período reprodutivo. A época de desova ocorre durante os meses em que a temperatura da água permanece mais elevada, superior a 24 °C. Os peixes nascem sem sexo, define-o ao consumir seus primeiros alimentos que, sabiamente, a natureza impregnou com os fatores indutores de sexualidade. Nesse ponto, o homem desenvolveu a tecnologia da reversão sexual, faz o peixe nascer num ambiente onde só existem alimentos impregnados com os fatores do sexo masculino. Dessa maneira, é possível se obter até 100% de indivíduos machos, que oferecem maior quantidade de carne, em menor tempo de cativeiro (23).

A Tilápia do Nilo (Figura 1A), apresenta uma carne branca com sabor delicado e textura firme, sem espinhas em Y, sendo a sua principal forma de comercialização em filés (Figura 1B), tudo isso impulsiona a boa aceitação do produto e aumenta a demanda deste tipo de pescado. A carne de tilápia possui uma composição química de 77,13% de umidade, 19,36% de proteína bruta, 2,60% de lipídios totais e 1,09% de cinzas (24). Além disso, é de fácil reprodução e obtenção de alevinos, em virtude da possibilidade de manipulação hormonal do sexo para obtenção dos machos, da aceitação de diversos alimentos; da capacidade de aproveitar alimentos naturais em viveiros; do excelente crescimento em cultivo intensivo; da grande rusticidade (manejo intenso e baixos níveis de oxigênio dissolvido) e da resistência a doenças (22).

Figura 1. (A) Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e (B) Filé fresco de tilápia como sendo a principal forma de comercialização do peixe.



Fonte: Rinco, (25)

Rinco (25), destaca ainda que, comparadas a muitos outros peixes, as tilápias apresentam filé magro, com 3 a 8% de gordura, dependendo do tamanho do peixe, do sistema de cultivo, da composição da dieta e do manejo alimentar. Já Kubitzka (22), salienta que o sabor delicado, e todas estas características, fazem da tilápia um peixe destinado aos bons “gourmets”, ou seja, se ajusta aos mais diferentes tipos de temperos, formas de preparo e apresentação. A carne de Tilápia apresenta características nutricionais excelentes, como pode ser conferido na Tabela 1. Se comparada essa qualidade frente a outros peixes muito consumidos no Brasil, tal como o Abadejo, Merluza e Pescada, constata-se que a tilápia apresenta apenas 5 kcal a mais em relação ao abadejo e à pescada e 47 kcal a menos que a Merluza.

Tabela 1. Características nutricionais da Tilápia

Porção 100 g (1 filé)		
TILÁPIA		
		% VD (*)
Energia	95 kcal	4,75
Carboidratos	0g	0
Proteínas	20g	26,6
Lipídeos	1,67g	3,3
Sódio	38,3 mg	1,67

*% Valores com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kj. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas ** VD não estabelecido.

Fonte: Peixe na Rede (26)

Quanto às proteínas, os peixes têm níveis muito parecidos. Apesar de todos apresentarem níveis muito baixos de lipídeos, o abadejo é o único que possui uma quantidade menor que a tilápia (apenas 0,67 g/100g). A quantidade de sódio presente na tilápia é a menor de todas, chegando a uma diferença de até 219,7 mg, se comparado ao abadejo (25). A comercialização da tilápia pode ocorrer de diversas formas, podendo ser inteira, congelada ou fresca e em filés (congelados ou frescos), sendo a filetagem de maior preferência mercadológica nacional e internacional (27,28).

No processo de filetagem industrial utiliza-se o componente cárneo e descartam-se a espinha dorsal, músculo abdominal ventral, músculo hipaxial profundo e as aparas finais de filé (6,29). O rendimento do filé na produção de tilápia corresponde de 35 a 40% do peso total, resultando em valores de 60 a 70% de resíduos. O processo é pouco automatizado e os atributos de manejo e nutrição pouco padronizados, resultando em um rendimento final dependente da eficiência manual do operário ou equipamentos de filetagem, forma e tamanho do peixe, peso das vísceras, pele e nadadeiras (27,30).

Analisando o crescimento do pescado nos últimos anos o aproveitamento de resíduos sólidos oriundos do beneficiamento/processamento ainda é inadequado, não ocorrendo a utilização de tecnologias emergentes ou inovadoras com finalidade no aproveitamento desses resíduos e obtenção de novos produtos. Pode-se definir como resíduo todo material não aproveitado no processo de produção ou consumo, destinado ao descarte por não apresentar uso ou valor comercial. Ademais, estes podem auxiliar na degradação ambiental se não descartado de forma adequada (31,32,33).

De acordo com a FAO, no período de 2000 a 2011, destaca-se que 45,6 milhões de toneladas de resíduos de pescado não foram utilizadas para consumo humano. Na geração de resíduos da pesca, aproximadamente 65% do pescado é descartado. Além do mais, na comercialização de pescado *in natura* há considerável geração de resíduos não aproveitados para consumo humano, por possuir um baixo valor comercial (34). Ademais, comerciantes de mercados públicos que realizam a filetagem e outros tipos de corte, lavagem, utensílios e instalações produzem uma significativa quantidade de resíduos derivados do pescado (35,36).

O conhecimento sobre o potencial da matéria prima ainda é escasso, possuindo um impedimento para o desenvolvimento e elaboração de novos produtos (37). Porém, pode-se constatar na Tabela 2, as características quantitativas dos filés e dos diferentes resíduos oriundos do processo de filetagem da tilápia.

Tabela 2. Características quantitativas dos filés e dos diferentes resíduos da filetagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em relação ao peso médio de abate.

Produtos	Peso médio (901 g)	Peso médio (703 g)
Filé (%)	33,95	31,57
Cabeça + Vísceras (%)	37,28	36,64
Carcaça (%)	19,23	19,69
Escamas (%)	4,39	5,38
Pele (%)	5,36	5,92
Corte “v” (%)	0,76	0,80
Resíduos Totais	67,02	68,43

Fonte: Vidotti (38)

Constata-se na Tabela 2 que quase 70% do processamento da filetagem é de resíduos, uma vez que, alternativas que possam transformar esses resíduos em produtos com valor agregado é importante como base para o desenvolvimento sustentável do mundo moderno, reduzindo o desperdício de matéria-prima e promovendo a reciclagem para ter processos mais econômicos e com menor impacto ambiental (39).

Souza (40), observou que o método de filetagem influencia no rendimento dos resíduos, onde o autor comparou seis métodos: F1= filetagem do peixe inteiro e retirada da pele do filé com a faca (IFP); F2= retirada da pele do peixe inteiro com alicate e filetagem (IPF); F3= peixe decapitado e filetagem, com posterior remoção da pele do filé com a faca (CFP); F4= peixe decapitado, com remoção da pele com auxílio de alicate seguida da filetagem (CPF); F5= peixe decapitado, removidas as nadadeiras, filetagem e retirada da pele com a faca (CNFP); F6= peixe decapitado, removidas as nadadeiras, com remoção da pele com alicate e filetagem (CNPf). Obteve-se uma variação de 57,96 a 61,59% no rendimento, concluindo que a retirada da pele do peixe inteiro e depois a remoção do filé (IPF) proporcionou menor porcentagem de resíduos de filetagem.

Esta quantidade significativa de resíduos orgânicos, produzidos durante as diversas etapas da cadeia produtiva da pesca, é constituída de matéria-prima de alta qualidade, a qual pode ser utilizada para diversos subprodutos. Além disso, seu emprego é ecologicamente recomendável, por conta da alta carga de matéria orgânica que é rejeitada no ambiente, quando esses resíduos não são aproveitados (41).

TENDÊNCIAS DE APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA FILETAGEM DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus* L.)

Sustentabilidade consiste na relação de sistemas sociais, econômicos e ecológicos, entrelaçados à evolução e desenvolvimento do indivíduo, onde a atividade humana ocorre de forma controlada dentro de limites estabelecidos, impedindo, desta forma, degradação da biodiversidade e contexto ambiental inseridos. O progresso sustentável baseia-se no desenvolvimento tecnológico, a partir da manutenção dos aspectos ambientais para que

ocorra a permanência populacional em escala planetária, e garantia de fatores tecnológicos e ambientais às futuras gerações (31,42).

Neste sentido, o desenvolvimento de práticas sustentáveis na indústria do pescado, auxilia no controle dos resíduos e no emprego de tecnologias, visando uma maior contribuição na diversificação de produtos provenientes do pescado, desse modo, propiciando a geração de emprego e renda onde instaurados, além da sustentabilidade da cadeia produtiva (43,44).

No Brasil, a expansão da tilápia tem sido impulsionada pela demanda de mercado por sua boa aceitação pela população, quanto ao sabor, valor nutritivo e preços baixos. O grande interesse pela tilápia também está nos piscicultores que a estão produzindo em todo o país, principalmente pela facilidade de cultivo, o que desperta o interesse das indústrias em realizar o beneficiamento deste peixe (24).

O crescimento da produção promove o aumento do volume de resíduos gerados pela cadeia produtiva, que devido à falta de destino adequado, causam problemas de poluição ambiental. Estes subprodutos contêm boa quantidade de material rico em proteína e lipídeos que normalmente são transformados em produtos de baixo valor no mercado, como o óleo, a farinha de peixe e fertilizantes. Porém, vêm sendo desenvolvidos métodos de processamento visando o seu aproveitamento para o consumo humano, que podem ser convertidos em produtos comerciais ou matéria prima para produtos secundários, através de tecnologias adequadas. No Brasil, o aproveitamento é uma prática ainda limitada no setor de produção e de transformação, porém, instituições de fomento à pesquisa têm incentivado estudos que tragam alternativas viáveis que possam gerar inovação, reduzindo o impacto ambiental e agregando valor ao subproduto (45).

Por exemplo, Sanes et al. (46), constataram que ambas as produções de compostos e fertilizantes orgânicos, por meio da fermentação e compostagem do resíduo de pescados, apresentaram boa fonte de nutrientes de qualidade para sistemas e produção de base ecológica. Já Segundo Vidotti et al. (38), resíduos oriundos do pescado podem ser agrupados em duas categorias, sendo uma destinada a materiais inadequados (vísceras, escamas, pele e esqueleto, além da cabeça) para o aproveitamento animal/vegetal, e a outra para alimentação humana incluídos na elaboração de produtos comestíveis (empanados, embutidos, mortadelas, almôndegas, fishburger, entre outros).

Aproveitamento para Alimentação Animal

O aproveitamento de resíduos pode agregar e ainda superar o valor da matéria prima inicial. Ademais, a utilização dos resíduos do frigorífico de pescados na alimentação animal é classificada como uma opção de renda e lucratividade para as indústrias. Uma alternativa comumente empregada é a produção de farinha, de grande valor na aquicultura e fonte proteica central para rações da maioria de espécies de peixes cultivados (47,48). Todavia, de acordo Rebouças et al. (49), somente 68% dos resíduos destinam-se às indústrias de farinha de pescado para alimentação animal. Além disso, apresenta pouca padronização no processamento e na composição dos resíduos, prejudicando assim, a qualidade nutricional dos produtos (50).

A farinha de pescado, ou farinha de peixe, é derivada de pescados inteiros ou suas partes, passando pela secagem e moagem. Enquanto, a farinha residual é derivada de resíduos da evisceração e filetagem do pescado (51). Entretanto, a comercialização da farinha apresenta retorno econômico baixo, pois seu investimento em equipamentos especiais e alto valor energético são de grande valor (52,53).

Na produção de farinha de tilápia o resíduo utilizado é cozido em digestor, em alta temperatura ($110\pm 10^{\circ}\text{C}$) por um período de 1h e 30 minutos. Após, passa por uma caixa percoladora, retirando o excesso de óleo, e é prensado no silo de resfriamento para sua moagem e ensaque. Durante o cozimento e prensagem adquire-se o óleo e são misturados, centrifugados em alta temperatura para etapa final de estocagem (54).

Outro produto utilizado é o óleo de peixe, derivado de peixes inteiros, vísceras, peles ou no processo de produção de farinha de peixe. Sua obtenção é feita a partir de etapas de cozimento e prensagem, onde o líquido da farinha é misturado e centrifugado a 80°C resultando no óleo do peixe bruto. Podendo, ainda, ser um óleo clarificado e inodoro por meio da refinação (39).

Há um crescente aumento de interesse em diferentes alternativas de produtos de melhor qualificação, e dentre elas pode-se citar a silagem (52,53). Segundo Beerli et al., (55) as vantagens da silagem em comparação a farinha de peixe seriam maior digestibilidade, um processo independente da escala de produção, tecnologia simples, além de um menor investimento, entre outros.

Aproveitamento para Alimentação Humana

De acordo com Pinto et al. (14) a obtenção da carne mecanicamente separada (CMS) é uma alternativa para o aproveitamento dos resíduos do pescado para o consumo humano. A CMS de pescado é obtida pela passagem do pescado eviscerado e descabeçado ou de seus resíduos por uma máquina separadora de carne e ossos, podendo ser lavado com água ou não, drenado, ajustado à umidade, acondicionado em bloco e congelado (56). No Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem animal (RIISPOA) (1), o artigo 338 menciona a denominação CMS de pescado, definindo-se como o produto congelado obtido de pescado, envolvendo o descabeçamento, e evisceração, a limpeza destes e a separação mecânica da carne das demais estruturas inerentes à espécie, como espinhas, ossos e pele. Na Tabela 3, pode-se observar os parâmetros de composição centesimal da CMS de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) obtida por diferentes autores.

Tabela 3. Composição centesimal da CMS de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) obtida por diferentes autores.

Umida de (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Cinzas (%)	Referências
79,83	15,13	2,91	1,35	Kirschnik, (57)
76,3	17,74	3,86	0,88	Marengoni et al., (58)
75,47	12,76	10,54	1,14	Oliveira Filho et al., (59)
79,05	14,63	4,66	0,87	Bordignon et al., (60)
82,53	15,49	2,17	1,08	Pinto, (61)

Fonte: Pinto et al., (14).

Observa-se claramente na Tabela 3, que a composição química da CMS de tilápia possui semelhança com a do filé, exceto para o teor de lipídeos (59), cuja variação está relacionada a diversos fatores como: forma de obtenção e processamento da CMS, época do ano, dieta, idade e sexo (44). É um produto de alto valor nutricional, pois é considerado um alimento altamente proteico. Souza et al., (62) avaliaram a composição química e perfil de aminoácidos da carne mecanicamente separada de peixes amazônicos, que

apresentou uma concentração proteica de 12 a 19%, com perfil de aminoácidos essenciais em torno de 47% em relação ao total de aminoácidos. Em estudo divergente de Mélo et al., (63) foi constatado que a CMS de tilápia–do-Nilo apresentou 73 g.100g⁻¹ de umidade, 13 g.100g⁻¹ de proteína, 11 g.100g⁻¹ de lipídeo, 1 g.100g⁻¹ de cinzas e 2 g.100g⁻¹ de carboidrato.

A tilápia possui uma composição aproximada de 10% de vísceras, 4% de pele limpa, 3% de escamas, 16% de cabeça e 29% de esqueleto com carne aderida (64). O rendimento médio da extração de CMS varia de 57% a 66% (65). Já Kirschnik e Macedo-Viegas (57), extraíram CMS de tilápia-do-nilo e encontraram um rendimento de 46,90% em relação ao peixe inteiro e de 78,60% em relação ao peixe eviscerado e descabeçado.

A CMS de tilápia do Nilo pode ser utilizada como base em diferentes formulações, de forma a agregar valor ao produto. Marengoni et al. (66), elaboraram “fishburgers” que apresentaram viabilidade econômica devido ao seu rendimento alcançado, no qual uma porção de 1 kg de CMS rende 12 unidades, com aproximadamente 80 g cada, com custo unitário variando de R\$ 0,36 a R\$ 0,37. Oliveira et al. (67), elaboraram um reestruturado (almôndegas) com CMS de tilápia do Nilo e proteína texturizada de soja, obtendo um produto de ótima aceitação sensorial e elevado valor nutricional, devido seu conteúdo equilibrado de proteínas e lipídios. Já Freitas et al. (68), elaboraram patês, que tiveram alta aceitabilidade. O patê apresentou a composição química: umidade – 62,17%; cinza – 2,11%; proteína – 9,75%, e lipídios – 18,81%. Esses resultados podem ser de grande importância para a indústria no desenvolvimento e na comercialização de novos produtos.

A partir da CMS ainda pode ser elaborado um extrato de proteínas miofibrilares com alta capacidade de formar gel, denominado surimi, com propriedades funcionais que permite à indústria criar produtos com formas e texturas diferenciadas. Os produtos elaborados a partir de surimi podem ser classificados em três grupos principais: produtos tradicionais japoneses, novos produtos e análogos de pescado e embutidos, e produtos extrusados e moldados. Os produtos tradicionais japoneses incluem o “Kamaboko”, “chikuwa”, “hanpen” e “satsumaage”. Em relação aos análogos de crustáceos, podemos citar imitações de caranguejo, denominado “kanikama”, camarão e lagosta (43,56).

Diversos autores vêm desenvolvendo diversos produtos à base da CMS de tilápia, como pode ser conferido, de forma resumida, na Tabela 4.

Tabela 4. Resumo dos principais estudos sobre a elaboração de novos produtos a partir da CMS de Tilápia.

Produtos	Aceitabilidade	Referências
Fishburgers com CMS de tilápia	Todas as formulações propostas no estudo foram bem aceitas pelos consumidores.	Marengoni et al., (66)
Croquete de tilápia do Nilo a partir de CMS e aparas do corte em ‘V’ do filé	Foi verificada uma aceitação moderada	Bordignon et al., (60)
Nuggets de filé de tilápia e polpa de tilápia com adição de linhaça (<i>Linum Usitatissimum</i> L.)	Boa aceitabilidade com notas superiores a 7,26. O índice de aceitabilidade para adultos foi de 82,11% e para crianças, 49% gostaram ligeiramente	Rosa et al., (69)
Hambúrguer de tilápia a partir de polpa e surimi obtidos do espinhaço residual da filetagem da	O produto elaborado obteve bons resultados, tanto na composição nutricional como na aceitação pelos	Mello et al., (70)

tilápia	consumidores.	
Hambúrguer de peixe a partir de surimi elaborado de tilápias do Nilo	O produto apresentou elevado teor proteico, estabilidade lipídica e boa aceitação sensorial.	Fogaça et al., (71)
Snacks e biscoitos elaborados com subprodutos dos processamentos de tilápia e de arroz	Ambos os produtos apresentaram enriquecimento no valor nutricional e características tecnológicas promissoras	Magalhães, (72)
Embutido “tipo mortadela” de CMS de tilápia adicionado de extrato de resíduos de camarão.	As formulações desenvolvidas são uma alternativa para agregar valor aos resíduos do processamento do camarão e da filetagem de tilápia	Filho, (73)
Patês elaborados a partir de resíduos do beneficiamento de tilápia com e sem defumação.	O produto foi bem aceito pelos consumidores, indicando que a inclusão das farinhas não interferiu nas características sensoriais do patê.	Matiucci et al., (74)
Embutido obtido a partir do resíduo de tilápia	Os resultados representam uma possibilidade de uso dos resíduos de pescado de forma sustentável para elaboração de produtos alternativos com baixo teor de gordura e com alto valor nutricional.	Silva et al., (75)
Linguiça de Tilápia-do-Nilo elaborada com proteína texturizada de soja.	O processamento de linguiças de peixe é uma alternativa viável para agregar valores e incentivar o seu consumo.	Rezende et al., (76)
Aproveitamento integral do resíduo carcaça de tilápia do Nilo para a produção de concentrados protéicos e farinhas.	Os produtos desenvolvidos são formas eficientes de aproveitamento integral do pescado	Sbaraini et al., (77)

Transglutaminase microbiana (MTGase) também foi utilizada na elaboração de fishburguer com aproveitamento de carne mecanicamente separada de tilápia, e os autores constataram que a CMS de tilápia é capaz de atender à crescente demanda de consumidores por produtos inovadores, com qualidade sensorial, elevado valor nutricional e propriedades benéficas à saúde. Assim, torna-se de extrema importância a inserção do aproveitamento de resíduos na cadeia produtiva de pescado, uma vez que além de evitar desperdícios, promove também uma redução significativa dos custos de produção do pescado e a poluição ambiental, pois com a criação de alternativas tecnológicas com valor agregado que permitam o gerenciamento dos resíduos sólidos de pescado, teremos como resultado alimentos com características mais saudáveis, geração de empregos e o desenvolvimento sustentável (78).

CONCLUSÕES

Os resíduos provenientes da filetagem da tilápia do Nilo, apresentam excelente potencial tecnológico para serem utilizados tanto em produtos destinados a alimentação

animal, como para alimentação humana, existindo como possibilidades tecnológicas para o consumo humano, o desenvolvimento de uma grande variedade de produtos cárneos, sendo esta uma importante estratégia para a redução do desperdício, agregação de valor aos resíduos, geração de renda para os pequenos produtores e ainda se configura como uma nova opção para a indústria de produtos cárneos e para os consumidores de forma geral, diversificando assim as opções para um consumo saudável e ainda sustentável. Nesta perspectiva, este estudo sugere que novas pesquisas sejam realizadas nesta vertente, de modo a intensificar a descoberta por novas possibilidades de aproveitamento tecnológico dos resíduos provenientes da filetagem da tilápia do Nilo.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Riispoa - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. 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 de União, Brasília – DF. 2017; seção 1. [Acesso em 09 Mar 2021]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm.
2. Oecd/Fao. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico/Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. (2016). Agricultural Outlook 2016-2025. OECD Publishing Paris. [Acesso em 03 Mai 2021]. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5778e.pdf>
3. Fao. Fisheries and Aquaculture Topics. 2020. FISHERIES STATISTICS AND INFORMATION. TOPICS FACT SHEETS. In: FAO Fisheries Division [online]. Rome. Updated 14 August 2020. [Acesso em 03 Mai 2021]. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>
4. Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. A importância do manejo higiênico-sanitário na qualidade do pescado. 2016. [Acesso em 04 Mai 2021]. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp?id=21941&secao=Artigos%20Especiais>
5. Silva, ATF, Rocha PGG, Fonseca Filho LB, COSTA CA, Santos Nascimento JC, Carvalho Neto PM. Alterações microbianas dos produtos de pescados curados: Revisão. Pubvet. 2017; 11:646-743.
6. Bacelar RGA, Muratori MCS. Utilização de resíduos de filetagem de tilápia na tecnologia de alimentos: uma revisão. Rev Científ Rur. 2020;22(2):263-278.
7. Peixe BR. Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário 2020. [Acesso em 10 Jun 2020]. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>>
8. Fonseca C, Frare LM, D’Avila L, Edwiges T. Influence of different waste compositions from tilapia fish on methane production. J Clean Product. 2020; 265(1):1-12.

9. Oliveira RG, Mergen M, Signor A, Souza MLR. Qualidade nutricional, microbiológica e sensorial da massa de pizza com inclusão de CMS de tilápia do Nilo. *Pesq, Socied Desenvol.* 2021; 10(10):1-13.
10. Rebouças PM, Lima LR, Dias IF, Barbosa Filho JAD. Influência da oscilação térmica na água da piscicultura. *J Ani Behav Biomet.* 2014; 2(2):35-42.
11. Milanez, AY, Guimarães DD, Maia GBS, Muñoz AEP, Filho MXP. Potencial e barreiras para a exportação de carne de tilápias pelo Brasil. *Complex agroalim.* 2019;25(49):155-213.
12. Vicente IST, Elias F, Fonseca-Alves CE. Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. *Rev Ciênc Agrár.* 2014;37(4):392-398.
13. Fao. Food And Agriculture Organization (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture: contributing to food security and nutrition for all. Roma, FAO, 200 p, 2016.
14. Pinto BVV, Bezerra AE, Amorim E, Valadão RC, Oliveira GM. O resíduo de pescado e o uso sustentável na elaboração de coprodutos. *Rev Mundi: Meio Amb Agrá.* 2017;2(2):1-26.
15. Schuler EP, Vieira Filho, JER. Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia. 2017. [Acesso em 06 Mai 2021]. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=30962:td-2328-evolucao-da-piscicultura-no-brasil-diagnostico-e-desenvolvimento-da-cadeia-produtiva-de-tilapia&catid=397:2017&directory=1
16. Barroso RM, Muñoz AEP, Tahim EF, Webber DC, Filho ACA, Pedroza M. et al. Diagnóstico da cadeia de valor da tilapicultura no Brasil. Brasília, DF: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2018.
17. Kubitz F, Campos J. Aquicultura no Brasil. *Conq Desaf: Pan Aquicul.* 2015; 25(150):11-13.
18. Brandão CDS. Perspectivas do desenvolvimento da piscicultura no Brasil: um enfoque na produção de tilápias nos últimos dez anos [dissertação]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2018.
19. Deines AM, Wittman ME, Deines JM, David ML. Tradeoffs among Ecosystem Services Associated with Global Tilapia Introductions. *Reviews Fish Scie Aqua.* 2016;24(2):178–191.
20. Bezerra LV, Angelini R. Aquicultura de tilápia no Brasil: Produção ilimitada pela ciência. *Bol ABLi.* 2016; 42(2):17-24.

21. Côa F, Medeiros AMZ, Barbieri E. Record of Nile tilapia in the Mandira River, Cananéia, São Paulo state. *Bol Instt Pes.* 2017;43(1):87–91.
22. Kubitzka F. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Ed. do Autor, 2000.
23. Filho ZE, Poli C, Poli A, Andreatta E, Beltrame E. *Aqüicultura: experiências brasileiras*, 2004.
24. Simões MR, Ribeiro CFA, Ribeiro SCA, Park KJ, Murr FEX. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). *Socied Brasil Ciê Tecnol Alim.* 2007; 27(3):608-613.
25. Rinco NB. O uso da tilápia em uma alimentação saudável [monografia]. Brasília: Universidade de Brasília, Brasília; 2008.
26. Peixe na Rede. Conheça nossa origem [Internet]. 2021 [acesso em 2020 mai 08]. Disponível em: www.peixenarede.com.br
27. Boscolo WR, Feiden A. *Industrialização de Tilápias*. 3. ed. GFM Gráfica; 2007.
28. Sussel FR. Burocracia atrapalha a produção de tilápias. *Anualpec.* 2013;20(3):276-294.
29. Monteiro MLG, Mársico ET, Lázaro CA, Canto ACVCS, Lima, BRCC, Cruz AG, et al. Effect of transglutaminase on quality characteristics of a value-added product tilapia wastes. *J Food Sci Technol.* 2015;52(5):2598-2609.
30. Vidal JMA, Rodrigues MCP, Zapata JFF, Vieira JMM. Concentrado proteico de resíduos da filetagem de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. *Rev Ciên Agron.* 2011;42(1):92-99.
31. Sucasas LFA. Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade da cadeia produtiva [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2011.
32. Rebouças MC, Rodrigues MCP, Penha MFA, Costa W. Desenvolvimento e aceitação sensorial de cookies de coco adicionados de concentrado proteico de pescado. *Bol Cent Pesq Proces Alim.* 2012; 30(1):11-18.
33. Pires DR, Moraes AGN, Costa JF, Goes LCDSA, Oliveira GM. Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: Aplicação e viabilidade. *Rev Verd.* 2014; 9(5):34 – 46.
34. Valente BS, Xavier EG, Pereira HS, Pilotto VT. Compostagem na gestão de resíduos de pescado de água doce. *Bol Instt Pesc.* 2014;40(1):95-103.

35. Leite SBP, Sucasas LFA, Oetterer M. Resíduos da comercialização de pescado marinho – volume de descarte e aspectos microbiológicos. *Rev Brasil Tecnol Agroind.* 2016;10(1):2112-2125.
36. Guimarães JT, Souza ALM, Brígida AIS, Furtado AAL, Chicrala PCMS, Santos VRV, et al. Quantification and characterization of effluents from the seafood processing industry aiming at water reuse: A pilot study. *J Wat Proc Engin.* 2018;26(1):138-145.
37. Castro-Muñoz R, Yáñez-Fernández J, Fíla V. Phenolic compounds recovered from agro-food by-products using membrane technologies: An overview. *Food Chem.* 2016; 213:753-762.
38. Vidotti RM, Gonçalves GS, Martins MIEG. Farinha e Óleo de Resíduos de Tilápia: Informações Técnica e Econômica. Funep; 2011.
39. Lima LKF. Reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado [internet]. Cidade: Brasília: Embrapa Pesca e Aquicultura; 2013 [acesso em 15 mai 2021]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90933/1/cnpasa.doc1.pdf>
40. Souza MLR. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev Brasil Zoot.* 2002;31(3):1076-1084.
41. Nunes ML. Farinha de pescado. *Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação.* 1. ed. Editora Atheneu; 2011.
42. Cavalcanti APB. Sustentabilidade ambiental como perspectiva de desenvolvimento. *INTERthesis: Rev Inter Interd.* 2011;8(1):219-237.
43. Godoy LC, Franco MLRS, Franco NP, Silva, AF, Assis, MF, Souza NE, et al. Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: aplicação na merenda escolar. *Ciênc Tecnol Alimen.* 2010;30(1):86-89.
44. Gonçalves AA. *Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação.* 1. Ed. Atheneu; 2011.
45. Costa JFD. Aproveitamento de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia (*Oreochromis niloticus*) na elaboração de farinha com elevado valor nutricional [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2015.
46. Sanes FSM, Strassburger AS, Araujo FB, Medeiros CAB. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para a produção de fertilizantes orgânicos. *Semina: Ciên Agr.* 2015;36(3):1241-1252.
47. Fao. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. The state of world fisheries and aquaculture. In F. F. a. A. Department (Ed.), Rome: Food and

- Agriculture Organization of the United Nations. [Acesso em 20 Mai 2021]. Disponível em: <https://www.fao.org/3/I3720E/i3720e.pdf>
48. Galdioli EM, Hayashi C, Faria ACEA, Soares C. Substituição parcial e total da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para alevinos de piavuçu, *Leporinus macrocephalus*. *Acta Scientiarum. Ani Scie.* 2001;23(4):835-840.
 49. Rebouças MC, Rodrigues MDCP, Castro RJS, Vieira JMM. Caracterização do concentrado protéico de peixe obtido a partir dos resíduos da filetagem de tilápia do Nilo. *Semina: Ciên Agr.* 2012;33(2):697-704.
 50. Higuchi LH. Produção, caracterização nutricional e utilização de farinhas e óleos de resíduos de peixes neotropicais em dietas para Tilápia do Nilo [tese]. São Paulo: Universidade Estadual Paulista- Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias; 2015.
 51. Aguiar GPS, Goulart GAS. Produção de óleo e farinha a partir de coprodutos de pescado provenientes da bacia Tocantins-Araguaia. *Rev Eletr Interd.* 2014;1(11):1-12.
 52. Arruda LF, Borghesi R, Oetterer M. Use of fish waste as silage – a review. *Brazil Arch Biol Tech.* 2007;50(5):879-886.
 53. Pessatti ML. Aproveitamento dos sub-produtos do pescado. 1. ed. Mapa/Univali; 2001.
 54. Vidotti RM, Gonçalves GS. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. *Instit Pesc.* 2006; 1(1): 1-19.
 55. Beerli EL, Beerli KMC, Logato PVR. Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com a utilização de ácido muriático. *Ciên Agrot.* 2004;28(1):196-200.
 56. Neiva CRP, Gonçalves AA. Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Pescado e Surimi. *Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação.* 2. ed. Atheneu; 2011.
 57. Kirschnik PG, Macedo-Viegas EM. Efeito da lavagem e da adição de aditivos. Sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante estocagem a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. *Ciên Tecn Alim.* 2009; 29(1):200-206.
 58. Marengoni NG, Pozza MSS, Braga GC, Lazzeri DB, Castilha LD, Matiucci MA, et al. Patês elaborados a partir de resíduos do beneficiamento de tilápia com e sem defumação. 2019. In: XI Encontro Internacional de Produção Científica. [acesso em: 05 mai 2021]. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/3375>

59. Oliveira Filho PRC, Trindade CSF, Trindade MA, Balieiro JCC, Viegas EMM. Quality of sausage elaborated using minced Nile Tilapia submitted to cold storage. *Scien Agric*. 2010;67(2):183-190.
60. Bordignon AC, Souza BE, Bohnenberger L, Hilbig CC, Boscolo WR, Feiden A. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. *Acta Scient Anim Scien*. 2010;32(1):109-116.
61. Pinto BVV. Elaboração de Fishburger com Resíduos da Filetagem da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) adicionado de Transglutaminase. [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2017.
62. Souza FCA, Jesus RS, Duncan WLP, Aguiar JPL. Efeito do congelamento na composição química e perfil de aminoácidos da carne mecanicamente separada de peixes amazônicos. *Ver Pan-Amazôn Saúde*. 2013;4(1):57-61.
63. Mélo HMG, Moreira RT, Dálmas OS, Maciel MIS, Barbosa, JM, Mendes ES. Viabilidade da utilização da carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia do nilo na elaboração de um produto tipo "mortadela". *ARS Veter*. 2011;27(1):022- 029.
64. Kubitz F, Campos JL. Aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescados. *Pan Aqüicul*. 2006;16(94):23-29.
65. Sary C, Francisco JGP, Dallabona BR, Macedo REF, Ganeco LN, Kirschnik PG. Influência da lavagem da carne mecanicamente separada de tilápia sobre a composição e aceitação de seus produtos. *Rev Acadêm Ciênc Agrá Amb*. 2009;7(4): 423-432.
66. Marengoni, NG, Santos Pozza MS, Braga GC, Lazzeri DB, Castilha LD, Bueno GW, Polese C. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fishburgers de carne de tilápia mecanicamente separada. *Rev Brasil Saúd Produ Anim*. 2009;10(1):1-10.
67. Oliveira M.C, Cruz GRB, Almeida NM. Características Microbiológicas, Físico-Químicas e Sensoriais de "Almôndegas" à Base de Polpa de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). *Rev Unopar Cient Ciênc Biol Saúd*. 2012;14(1):37-44.
68. Freitas DGC, Resende ALSS, Furtado AAL, Tashima L, Bechara HM. The sensory acceptability of a tilapia (*Oreochromis niloticus*) mechanically separated meat-based spread. *Brazil J Food Tech*. 2012;15(2):166-173.
69. Rosa CAD, Ferrandin DC, Sousa MMD. Desenvolvimento de nuggets de filé e polpa de tilápia com adição de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) [monografia]. Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2012.
70. Mello SCR, Freitas, MQ, São Clemente SC, Franco RM, Nogueira EB, Freitas DDGC. Development and bacteriological, chemical and sensory characterization of

- fishburgers made of Tilapia minced meat and surimi. *Arq Brasil Med Veter Zoot.* 2012;64(5):1389-1397.
71. Fogaça FHS, Otani FS, Portella CDG, Santos-Filho LGA, Sant'ana LS. Caracterização de surimi obtido a partir da carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo e elaboração de fishburger. *Semina: Ciên Agrá.* 2015;36(2):765-776.
 72. Magalhães AO. Snacks e biscoitos elaborados com subprodutos dos processamentos de tilápia e de arroz [dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2017.
 73. Filho BR. Elaboração de embutido “tipo mortadela” de CMS de tilápia adicionado de extrato de resíduos de camarão [tese]. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande; 2018.
 74. Matiucci MA, Souza MLR, Chambo APS, Vitorino KC, Réia S, Verdi R. Patês elaborados a partir de resíduos do beneficiamento de tilápia com e sem defumação. *Cesumar.* 2019;21(2):163-173.
 75. Silva AR, Arcanjo NMO, Jerônimo HMA, Martins ACS, Silva RS, Viera VB. Elaboração e índice de aceitabilidade de embutido obtido a partir do resíduo de tilápia (*Oreochromis niloticus* L.). *Rev Brasil Gest Amb.* 2020;14(1):64-68.
 76. Rezende ANV, Almeida JC, Gherardi SRM. Linguiça de tilápia-do-nilo elaborado com proteína texturizada de soja. *Rev Científ Agrop.* 2020;3(3):80-89.
 77. Sbaraini SC, Coradini MF, Raniero LSO, Junior FCA, Souza MLR. Aproveitamento integral do resíduo carcaça de tilápia do nilo para a produção de concentrados proteicos e farinhas integral. 2020. In: I Congresso Internacional da Agroindústria. [acesso em 20 mai 2021]. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/anais.php>
 78. Góes-Favon SP, Maricá EGS, Shigematsu E, Dorta C. Transglutaminase microbiana (MTGase) na elaboração de fishburguer com aproveitamento de carne mecanicamente separada de tilápia (*Oreochromis niloticus*) – Revisão de Literatura. *Brazil J Tech.* 2021;4(1):20-35.

Capítulo 40

doi.org/10.53934/9786599539664-40

UMA ABORDAGEM SOBRE O APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE ORIGEM VEGETAL NA FABRICAÇÃO DE ALIMENTOS

Valdy Gomes dos Santos *; Gilsandro Alves da Costa ; Luiz Eliel Pinheiro da Silva ; Sílvio Jackson Félix Alves ; Poliana Martins Pereira ; Maria José Figueiredo ; Romário Oliveira de Andrade 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: l Luiz.Eliel@ufvjm.edu.br

Resumo: O processamento de frutas e hortaliças resultam em uma quantidade substancial de resíduos na forma de cascas, sementes e bagaço, e grande parte desses resíduos gerados são descartados no meio ambiente, sendo utilizados para fins de compostagem ou aproveitados como fonte na alimentação para animais; no entanto, o aproveitamento destes resíduos poderia contribuir significativamente para a redução dos impactos ambientais, promovendo a obtenção de produtos com alto valor agregado. O aproveitamento desses resíduos vem ganhando notoriedade ao longo dos anos, com o aproveitamento integral e/ou parcial dos alimentos em especial as frutas, onde podem ser direcionados a novas formulações alimentícias, dando origem a novos produtos com alto valor nutritivo, ricos principalmente em biopolímeros, polissacarídeos, fibras alimentares e compostos bioativos. Assim, o presente estudo teve por objetivo trazer breve revisão de literatura, elencando os principais resíduos de frutas e alternativas para seu aproveitamento, sabendo o consumo de preparações proveniente do aproveitamento pode contribuir para o enriquecimento nutricional na alimentação da população, já que as partes não convencionais de alimentos vegetais possuem uma boa base nutricional; Contudo, são necessárias ações educativas governamentais, sobre o aproveitamento de resíduos, que é uma importante ferramenta não só para a diminuição do desperdício e mau aproveitamento dos nutrientes, como também, para o incentivo ao consumo inteligente e responsável.

Palavras-chave: frutas; desperdícios; subprodutos

INTRODUÇÃO

O processamento de frutas e vegetais resultam em uma quantidade substancial de resíduos na forma de cascas, sementes e bagaço, e estes subprodutos são conhecidos por serem uma rica fonte de nutrientes, principalmente biopolímeros, polissacarídeos, fibras alimentares e compostos bioativos (1). O desperdício de alimentos é consequência dos hábitos sociais e culturais da população que gera um grave problema mundial, ocorrendo em sistemas alimentares tanto de países desenvolvidos quanto em desenvolvimento (2). No entanto, o aproveitamento destes resíduos poderia contribuir significativamente para a redução dos impactos ambientais e promover a obtenção de produtos com alto valor agregado (3).

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de alimentos em escala mundial, porém parte desse cultivo é desperdiçado (desde a colheita até a mesa do consumidor), onde mesmo o país possuindo um alto índice na produção de alimentos, encontram-se muitas pessoas em situação de insegurança alimentar, importante saber que em diversos outros países também ocorre tais fatos (4, 5). A utilização integral de produtos alimentícios como um todo, agrega maior valor nutricional, devido a estas partes de alimentos não serem utilizadas convencionalmente e possuem grande potencial nutritivo como fontes de vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes. Salientando que a utilização dessas partes como alimentos possibilitam novas maneiras de serem incrementadas 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 (6).

Alguns dados alertam para a relevância da adoção de medidas para minimização do desperdício como aplicação de técnicas e desenvolvimento de novos produtos, além da criação de banco de alimentos e políticas públicas que favoreçam a doação de insumos alimentícios (5). Conforme Zaro *et al.* (2), o aproveitamento de resíduos se constitui como uma ótima alternativa para a obtenção de insumos a indústria, seja ela alimentícia, química, farmacêutica ou cosmética. Os resíduos de frutas processadas pelas agroindústrias, são descartados e causam impactos ambientais, sendo que o aproveitamento desses resíduos como cascas de frutas, gerados para a produção de alimentos ou ingredientes, poderiam ser incluídos na dieta humana, podendo se aliar ao desenvolvimento de tecnologias nos processos produtivos. Diante disso, é que no agronegócio uma das maiores preocupações vem com a geração de resíduos e sua posterior destinação (08, 09).

Assim, alguns relatado em algumas pesquisas como a utilização de resíduos na elaboração de biscoitos, é uma alternativa que agrega valor nutricional ao produto, reduzindo o desperdício e o impacto ambiental (7). É possível também obter outras formas de agregação de valor, por exemplo, na elaboração de um concentrado de fibras a partir do bagaço de maçã, que pode ser utilizado em diversos produtos, como lácteos, bebidas, geleias, barras de cereais, assim como resíduos da produção de suco laranja que podem ser utilizados para produção de vinho e vinagre, na extração de óleo essencial da casca e produção de pectina (3). Com base no exposto, a revisão de literatura visa elencar os principais resíduos de frutas, além de formas alternativas para o aproveitamento das cascas, sementes e bagaço de frutas habitualmente descartados.

Resíduos e desperdícios de alimentos

Resíduos de alimentos são matérias que podem ser comestíveis, que podem resultar no descarte, perda, degradação ou que foram consumidos por pragas em qualquer ponto da cadeia alimentar (10). Sabendo que existe a busca por alternativas viáveis e econômicas para o aproveitamento de resíduos agroindustriais, os resíduos fazem parte da rotina das indústrias de alimentos que desejam atuar de forma mais sustentável. Por isso, o aproveitamento de coprodutos da agroindústria está sendo incentivado, diminuindo os desperdícios com matérias-primas e custos de produção (11).

Os vegetais de uma forma em geral como as frutas, hortaliças e verduras, são utilizados na alimentação humana e fazem parte da elaboração em cardápios para refeições, servindo como matérias-primas para processamento em indústrias de frutas e hortaliças. Devido aos diversos procedimentos envolvidos na produção e distribuição de

refeições ou no processamento industrial, a produção de vegetais são causadoras de impactos ambientais, destacando a utilização de grande quantidade de água e energia, e também a geração de volume de resíduos sólidos, especialmente por conta das diversas etapas envolvidas no uso *in natura* de frutas, verduras e legumes (12).

O desperdício é definido como o descarte intencional de produtos alimentícios apropriados para o consumo humano, sendo decorrente, portanto, do próprio comportamento dos indivíduos (13), além de que ocorre quando alimentos que não estão estragados, ou seja, ainda estariam aptos para o consumo, são jogados fora por estarem com uma aparência desagradável, considerados feios, deformados ou fora do padrão, sendo que os principais fatores relacionados a esse desperdícios, ocorrem dentro das unidades familiares. Esses fatos ocorrem pela compra demasiada de alimentos sem que haja um planejamento, armazenamento de forma indevida, erros nas quantidades preparadas e pratos servidos com porções além do que será possível comer durante a refeição (14).

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos a nível mundial, no entanto o desperdício dessa produção é elevado, iniciando desde a colheita até a mesa do consumidor. Devido a isto, a conscientização sobre esse desperdício precisa atingir além dos compradores a sociedade em geral, incluindo produtores, fornecedores e feirantes. O desperdício de alimentos tem sido uma preocupação recorrente tanto por questões ambientais quanto nutricionais, e é comum retirar cascas, sementes e talos, gerando assim, o desperdício de diversos nutrientes que poderiam representar uma complementação na alimentação humana com minerais, gorduras, fibras alimentares e demais compostos bioativos, além de promover a redução de impactos ao meio ambiente (15, 16).

Segundo a CEDES (17), estima-se que se desperdiça 1,3 bilhões de toneladas de alimentos todos os anos no mundo e que seriam capazes de satisfazer as necessidades nutricionais de milhões de pessoas. A Tabela 1, apresenta os indicadores de desperdício de alimentos em diferentes estágios na cadeia de suprimentos para os diversos grupos de alimentos, baseados na quantidade de entrada em cada etapa (17).

Tabela 1- Indicadores de desperdícios de alimentos.

Alimentos	Etapas da cadeia				
	Produção	Man. e ar.	Proc. e emb.	Distribuição	Consumo
Cereais	6,0%	4,0%	2,0 a 7,0%	4,0%	10%
Raízes e tubérculos	14,0%	14,0%	12,0%	3,0%	4,0%
Oleaginosas e leguminosas	6,0%	3,0%	8,0%	2,0%	2,0%
Frutas e vegetais	20,0%	10,0%	20,0%	12,0%	10,0%
Carnes	5,3%	1,1%	5,0%	5,0%	6,0%
Peixes e frutos do mar	5,7%	5,0%	9,0%	10,0%	4,0%
Leite	3,5%	6,0%	2,0%	8,0%	4,0%

Fonte: (17).

Man. e ar.: Manuseio e armazenamento

Proc. e emb.: Processamento e embalagem

De acordo com a Tabela 1, frutas e vegetais possuem os maiores desperdícios na cadeia de suprimentos, apresentando porcentagens elevadas quando comparadas com outros alimentos, ficando atrás apenas no quesito armazenagem para as raízes e tubérculos. As raízes e tubérculos também apresentam grandes porcentagem de desperdícios nos estágios de produção, manuseio e processamento, em relação aos demais alimentos. Em relação a distribuição, peixes e frutos do mar também observamos altos

índices de desperdícios, juntamente com as frutas e hortaliças. No consumo os maiores desperdícios são de cereais, frutas e hortaliças com 10% cada e carnes com 6%.

O que se percebe no campo é que poucas são as empresas ou os agricultores que realizam a colheita de forma objetiva, ou seja, levando em consideração o ponto exato de colheita em função do mercado-alvo se fazendo com uso de equipamentos ou por análises físico-químicas. A maioria o faz de forma empírica, a partir da observação visual dos operários e agricultores. Na colheita do mamão, por exemplo, verifica-se que as fazendas realizam a colheita de forma empírica, ou seja, dependem da observação visual dos operários e agricultores, o que é muitas vezes se torna inadequada pela falta de treinamento e falta de padronização do ponto de colheita (18).

De acordo com Peixoto (18), durante visita técnica a uma determinada fazenda produtora de mamão, foi possível verificar que durante a colheita, por falta de cuidados na operacionalização do trabalho, as caixas contendo os frutos caíram no chão, causando sérios danos físicos. Isso acarreta problemas no processo de comercialização, uma vez que os frutos podem apresentar danos que reduzem sua qualidade e, conseqüentemente, seu valor final na venda. No campo, principalmente na etapa de colheita, as ferramentas, facões e utensílios utilizados para a colheita, devem estar sempre limpos e higienizados, para evitar possíveis contaminações dos frutos e das hortaliças. A capacitação e o uso de mão de obra treinada ou especializada são por demais importantes, pois evitam que os produtos hortifrutícolas sofram depreciação na sua qualidade pós-colheita.

Um país com grande extensão territorial, no Brasil, transportar frutas e hortaliças que são altamente perecíveis em estradas ruins e caminhões sem refrigeração, provoca elevações de desperdícios nessa parte da cadeia produtiva. O que se verifica ainda é que são poucos os hortifrutícolas que são transportados sob refrigeração, sabendo que a maioria dos produtores não possuem condições financeiras para usar caminhões próprios e com refrigeração adequada (19). Salientando que o transporte é possivelmente a principal causa dos diversos danos mecânicos que acontecem nos produtos hortifrutícolas. Os principais fatores geradores são: o tipo de equipamento de transporte (normalmente caminhões basculantes geram menos desperdícios), estado de conservação, falta de vedação adequada do equipamento de transporte, qualidade das rodovias, qualificação do motorista, distância no transporte, tipo de destino, normalmente, portos possuem maior tendência de perdas em relação a outros destinos (18).

Sabendo que os estabelecimentos responsáveis pela comercialização de alimentos, como supermercados, feiras, restaurantes e lanchonetes do país, apontam que o desperdício pode variar entre 15% a 50% todos os dias, a maioria relacionado às hortaliças e frutas, e as centrais de abastecimento são responsáveis pelo descarte de 30% dos alimentos. Estes são desperdiçados por diversos motivos: rejeição na comercialização devido à danos físicos e por não possuírem estética atraente; acondicionamento; preços desfavoráveis aos consumidores, entre outros (20, 21).

Uso dos resíduos de frutas

As frutas frescas ou *in natura* podem servir de matéria-prima para a industrialização, dando origem a vários derivados, como: polpas, geleias, doces em massa e em corte, frutas em calda, entretanto, estes produtos devem ser fabricados conforme as Boas Práticas de Fabricação (BPF), e em suas composições devem atender aos requisitos físico-químicos, microbiológicos e de rotulagem estabelecidos em lei (22).

O desenvolvimento de novos produtos, a partir do aproveitamento dos resíduos agroindustriais vem sendo explorado com mais intensidade, devido às grandes variedades e quantidades disponíveis de resíduos. Além disso, o aproveitamento pode evitar o grande número de resíduos orgânicos produzidos, o qual possuem consideráveis quantidades de fibras, proteínas e diversos compostos com atividade antioxidante que fornecem efeitos positivos para a saúde humana (23). A seguir, na Tabela 2, é apresentado o uso dos resíduos de frutas, para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

Tabela 2- Artigos que utilizaram cascas, sementes e bagaços para obtenção de novos produtos alimentares.

Fruta	Produto	Autor
Cascas		
Abacaxi	Formulação de barra de cereal	Souza <i>et al.</i> , 2011 (23)
Maracujá	Formulação de sorvete	Carlos <i>et al.</i> , 2019 (24)
Maracujá	Farinha para aplicação em biscoitos	Catarino, 2016 (25)
Banana-prata	Elaboração de cookies integrais	Carvalho <i>et al.</i> , 2018 (26)
Maracujá	Bolo	Dias <i>et al.</i> , 2021 (27)
Tamarindo	Produção de pães de forma	Queiroga <i>et al.</i> , 2019 (28)
Maçã	Vinagre	Viroli <i>et al.</i> , 2017 (29)
Abacaxi	Iogurte com farinha da casca de abacaxi	Neres <i>et al.</i> , 2015 (30)
Limão siciliano	Elaboração de biscoitos tipo cracker	Thomaz <i>et al.</i> , 2012 (31)
Melancia	Cupcake	Cristo, 2018 (32)
Banana	Biscoitos doces	Farinelli <i>et al.</i> , 2014 (33)
Sementes		
Jaca	Produção de Amido	Madruga <i>et al.</i> , 2014 (34)
Limão-rosa e siciliano	Produção de óleo	Reda <i>et al.</i> , 2005 (35)
Laranja, tomate, goiaba e maracujá	Produção de óleo	Kobori e Jorge, 2005 (36)
Goiaba	Produção de farinha	Silveira <i>et al.</i> , 2017 (37)
Melão	Cookie produzido com a farinha	Medeiros <i>et al.</i> , 2017 (38)
Tamarindo	Produção de chocotone	Pessoa <i>et al.</i> , 2022 (39)
Cupuaçu	Biscoitos tipo cookies a partir da farinha	Tanssini <i>et al.</i> , 2017 (40)
Bagaço		
Uva	Farinha	Huerta <i>et al.</i> , 2018 (41)

Manga	Biscoitos tipo sequilhos	Agibert <i>et al.</i> , 2016 (42)
Caju	Barra de cereais	Rodrigues <i>et al.</i> , 2018 (43)
Acerola	Produção de cookies	Monteiro <i>et al.</i> , 2020 (44)
Cana-de-açúcar	Produto carne bovino	Nascimento <i>et al.</i> , 2022 (45)

Fonte: elaborada pelo próprio autor.

As matérias-primas de origens vegetais representam uma alternativa de substituição dos materiais sintéticos, atualmente, destaca-se a utilização de resíduos do processamento de alimentos tais como sementes e cascas de frutas para a produção de subprodutos, devido ao grande potencial dos componentes bioativos que possuem. Após o processamento, as frutas geram resíduos, os quais muitas vezes não possuem um destino específico, tornando-se contaminantes ambientais e, conseqüentemente, gerando custos operacionais às empresas por necessitarem de tratamento para o descarte. Dentre os resíduos agroindustriais mais comumente encontrados destacam-se as cascas, sementes e bagaço de frutas e hortaliças (13, 46).

Habitualmente, frutas são consumidas na forma *in natura*, pois suas características e qualidade nutricional são maiores. Por serem altamente perecíveis, em grande parte, são processadas e produz-se sucos, néctares e polpas. O processamento tem a finalidade de aumentar a vida de prateleira, facilitar a logística de transporte e valorização valor ao produto final (47). Sabendo que a criação de novos produtos, fundada na utilização de resíduos de frutas, corresponde a uma alternativa sustentável, pois o aproveitamento integral de frutas e outros produtos de origem vegetal minimizam a produção de lixo orgânico, aumenta a vida útil do alimento, fornece novas fontes de nutrientes e ainda beneficia a renda familiar (48).

Além disso, uma das maneiras encontradas para solucionar o descarte indesejado de frutas é a produção de farinhas a partir de resíduos de polpa, que podem ser utilizadas para agregar valor nutricional em produtos cárneos, lácteos e ainda panificação, podendo substituir totalmente ou parcialmente a farinha de trigo em algumas ocasiões (49). Os resíduos de frutas poderiam ser utilizados em diversos fins, entre eles, na produção de cosméticos e fármacos, sendo outra opção de reaproveitamento, tendo em vista o aumento da procura por um estilo de vida mais equilibrado com o meio ambiente, livre de agrotóxicos e que valorize os ingredientes naturais, contudo, a indústria cosmética vem buscando produtos inovadores. Desse modo, houve uma crescente demanda pela comercialização de produtos certificados como naturais, orgânicos e biocosméticos (50).

A extração de compostos a partir de resíduos das frutas também é uma grande forma de aproveitamento, pois estes podem ser utilizados para extração de vitaminas, pectina, minerais, fibra alimentar e antioxidantes que são essenciais para o funcionamento do organismo humano, além disso, conforme apontam estudos, as sementes e cascas possuem altas concentrações de compostos fenólicos e carotenoides (51).

Aproveitamento de sementes de frutas

A partir do beneficiamento das sementes, obtêm-se as farinhas cuja produção visa reduzir os descartes que causam poluição ambiental e desperdício de alimentos. As

farinhas são resultantes do processo de trituração das sementes e podem passar por tratamento térmico e serem incorporadas nas formulações de produtos alimentícios como massas de panificação para produção de bolos e pães, promovendo seu enriquecimento nutricional e agregação de qualidade, sendo fontes de proteínas e lipídios, e podem ser consumidas inteiras tostadas e salgadas (40, 51).

A utilização de partes de vegetais como as sementes eleva a ingestão de fibras na dieta, aumentam saciedade, melhoram o trânsito intestinal, reduzem o colesterol e minimizam a constipação intestinal funcional. Na síndrome metabólica esses nutrientes atuam no controle glicêmico e contribuem para perda ponderal (52). A Tabela 3, apresenta alguns trabalhos que foram realizados com sementes de frutas, assim também como, as tecnologias envolvidas na transformação e os produtos gerados.

Tabela 3- Aproveitamento de resíduos de sementes de frutas.

Frutas	Técnica aplicada	Produto	Autor
Jaca	Moagem, decantação, centrifugação, secagem e resfriamento	Produção de amido	Madruga <i>et al.</i> , 2014 (34)
Limão-rosa e siciliano	Secagem em estufa, trituração, extração contínua	Produção de óleo	Reda <i>et al.</i> , 2005 (35)
Laranja, tomate, goiaba e maracujá	Secagem em estufa de circulação forçada de ar, trituração	Produção de óleo	Kobori e Jorge, 2005 (36)
Goiaba	Secagem em estufa com circulação de ar, moagem	Produção de farinha	Silveira <i>et al.</i> , 2017 (37)
Melão	Secagem em estufa e trituração	Cookies	Medeiros <i>et al.</i> , 2017 (38)
Cupuaçu	Secagem em estufa, fermentação e trituração	Biscoitos tipo cookies	Tanssini <i>et al.</i> , 2017 (40)

Fonte: elaborada pelo próprio autor.

De acordo com a Tabela 3, o trabalho realizado por Tanssini *et al.* (40), para a elaboração da farinha, as sementes de cupuaçu foram descongeladas e submetidas aos processos de fermentação seguida de secagem a 35° e 50°C, em seguida, foram torradas em estufa com circulação de ar a 150°C e trituradas para obtenção da farinha. O autor sugere o uso da farinha na produção de biscoitos, onde a farinha de semente de cupuaçu entra na formulação com um percentual em substituição a farinha de trigo usada na elaboração do produto.

O estudo realizado por Kobori e Jorge (36), produziu óleo a partir de sementes de laranja, tomate, goiaba e maracujá, onde as sementes foram secas em estufa a de 45°C até que atingissem aproximadamente 10% de umidade. O óleo foi extraído das sementes, previamente trituradas, coletados em recipientes de vidro âmbar e armazenados à temperatura de aproximadamente -20°C para evitar posteriores alterações oxidativas incontrolláveis. Os autores não fazem menção ao uso do produto em preparações alimentícias, no entanto, sabemos que são ricos em gorduras poliinsaturadas e podem fazer parte de qualquer preparo que exija gordura como alternativa aos óleos e gorduras convencionais.

Madruga *et al.* (34), realizaram o trabalho com relação a produção de amido, utilizando a semente de jaca, onde as sementes foram inicialmente retiradas da polpa, descascadas, cortadas em pequenos pedaços e o amido foi extraído pela moagem da matéria-prima em um liquidificador regular em baixa velocidade por 30 minutos. Após a

homogeneização, a mistura foi processada através de uma peneira de 200 mesh (0,074 mm). O amido foi obtido por decantação, duas vezes por 24 h, com suspensão em metabissulfato de sódio e centrifugação a 5000 rpm / 15 min entre cada decantação, o resíduo de amido branco foi espalhado em uma bandeja e seco em uma temperatura de 45°C, em seguida seco e armazenado sob refrigeração.

De acordo com Reda *et al.* (35), os autores utilizaram semente de limão-rosa e siciliano para produzir óleo, no qual, em processo as sementes foram separadas do bagaço manualmente e secas em estufa à temperatura de 50 - 55°C. A seguir foram trituradas e submetidas à extração contínua, removendo o solvente em evaporador rotativo, obtendo-se óleos de cor amarelada que foram pesados. Segundo o próprio autor, o óleo pode ser utilizado na indústria como fonte alternativa para o preparo de alimentos.

Segundo Silveira *et al.* (37), as sementes de goiaba foram secas em estufa com circulação de ar a 55 °C por 2 horas, moídas em micromoinho e padronizadas com ajuda de peneira com malha de 20 mesh. As sementes de goiaba geraram farinhas, que são viáveis para o enriquecimento dos alimentos ou para substituição parcial da farinha de trigo em produtos de panificação.

Medeiros *et al.* (38), elaboraram cookies com farinha de sementes de melão, onde as sementes foram submetidas ao processo de secagem em estufa incubadora a 60°C por 22hs, em seguida, foram trituradas em liquidificador e peneiradas. Os autores destacam que as sementes de melão são ricas em cálcio, e sua utilização contribui para diminuir o uso de sódio em biscoitos do tipo cookies.

No estudo realizado por Pessoa *et al.* (39), eles trazem a elaboração de biscoitos e barra de cereais a partir de farinha de nêspira. Para obter a farinha, a fruta foi selecionada e teve a polpa e semente separadas, logo após a separação, as sementes foram moídas e secas a 60°C por 24hs em estufa. Os autores salientam que a farinha de sementes de nêspira apresentou elevados níveis de fibras alimentar.

Aproveitamento de cascas de frutas

As cascas de frutas são subprodutos da indústria de processamento de frutas e são excelentes fontes de antioxidantes. A utilização dessas cascas na forma de extrato podem ser empregadas como aditivos alimentícios e como antioxidantes naturais. As fontes alimentares habitualmente consumidas de vitaminas, minerais e fibras podem ser exemplificadas pelas polpas das frutas e por algumas partes de certos vegetais e legumes. Muitas vezes, o teor de alguns nutrientes na casca e nos talos é ainda maior do que na polpa do respectivo alimento, conforme foi possível observar em alguns estudos com frutas, que evidenciaram maiores concentrações nas cascas em relação às respectivas polpas para alguns nutrientes, principalmente fibras, potássio, cálcio e magnésio (53).

A utilização de cascas de frutas como matéria-prima para a elaboração de doces, compotas, farinhas e geleias pode ser alternativa para o aproveitamento integral do fruto e redução do desperdício, além de agregar valor nutricional ao mesmo. A partir de cascas de frutas podem ser gerados novos produtos como bolos, sorvetes, geleias, barras de cereais, compotas, biscoitos entre outros, trata-se, sem sombra de dúvidas, de uma proposta plausível, visto também que, esses resíduos apresentam fonte de vitaminas e minerais (54).

Como exemplo disso, temos o uso das cascas de banana que podem gerar farinha e serem usadas na fabricação de doces, bolos, pães etc. A farinha da casca de banana torna-se, então, uma alternativa nutritiva e sustentável para a fabricação de pães,

biscoitos, macarrão, dentre outros. Outros fatores que favorecem sua utilização, é que a farinha de banana, não altera o sabor dos alimentos (55, 56). Além de termos também as cascas das laranjas que são excelentes matérias-primas para extração de óleos. É o caso de óleos extraídos de cascas de frutas cítricas, como a casca da laranja, pela sua grande versatilidade e produção e comercialização em larga escala, como também por seus benefícios, onde apresentam propriedades antimicrobianas, como no desenvolvimento de embalagens ativas para a possível extensão da vida útil de alimentos (57).

Após a secagem de cascas de uma forma geral, podem ser utilizadas para a obtenção de farinhas ou pós alimentícios, e esses pós alimentícios são largamente utilizados como produtos intermediários no processo de elaboração de alimentos (57). A secagem de resíduos de frutas para obtenção de pós-alimentícios ou farinha, visa produzir alimentos de alta qualidade, uma vez que, tais partes possuem os maiores índices de fibras alimentares, vitaminas, minerais e antioxidantes (58).

Avaliando algumas pesquisas em relação a farinha, temos a farinha a partir da casca de maracujá para aplicação em biscoitos, onde foi obtida através da secagem, conduzida por 4 dias em estufa à 65°C com circulação de ar. Em seguida, triturou-se a casca seca em liquidificador doméstico até a obtenção de uma farinha, a qual foi peneirada e acondicionada em embalagem plástica e armazenada sob refrigeração. O estudo ainda destacou que a farinha apresentou excelentes características do ponto de vista nutricional (25).

Conforme Queiroga *et al.* (28), para obter a farinha para elaboração de pães de forma a partir da casca de tamarindo, primeiro ocorreu a secagem da casca, da polpa e das sementes de tamarindo em estufa com circulação de ar uma temperatura de 60 °C, em seguida o fracionamento em liquidificador industrial, retirado o material em partículas do liquidificador, o material foi passado em um moinho de facas industrial para obtenção da farinha. Em seguida a farinha fez parte da formulação na produção de pães.

Na produção iogurte com farinha da casca de abacaxi feita por Neres *et al.* (30), a farinha foi feita através da secagem que ocorreu em estufa por 3hs a 60 °C, seguindo-se de trituração em liquidificador industrial e posterior peneiramento. A polpa foi triturada, filtrada e armazenada em freezer a -18 °C para uso no iogurte. De acordo com Carvalho *et al.* (26), ocorreu a produção de cookies adicionados da farinha da casca da banana, onde as cascas foram submetidas ao processo de desidratação com utilização de estufa por secagem direta a 60°C por 24hs. Após a secagem, o resíduo da banana foi triturado em liquidificador industrial, e, em seguida, foi submetido ao peneiramento para padronização do tamanho das partículas. Ao final do processo, a farinha foi usada na produção dos cookies.

De acordo com Thomaz *et al.* (31), para produzir biscoito tipo cracker adicionado de farinha de casca de limão siciliano, inicialmente foi obtida a farinha. Os limões foram higienizados em água corrente e cortados ao meio, na qual foram cortadas em quatro partes com auxílio de uma faca, as cascas foram secas a 60 °C em estufa com circulação forçada de por 24 horas, sendo, em seguida, trituradas em processador, a farinha resultante do processo foi utilizada para a produção dos crackers.

Segundo Souza *et al.* (23), para formulação de barra de cereal a partir da casca de abacaxi, primeiramente as cascas foram trituradas em liquidificador industrial. O suco foi, então, filtrado, para separar a parte líquida da parte sólida e posteriormente, a parte líquida foi descartada e a sólida seca em estufa, a 60°C, por 6hs. Após a secagem, o resíduo sólido foi moído e o pó utilizado como ingrediente na elaboração das barras de cereais.

Na formulação de sorvete de cupuaçu utilizando fibra de maracujá como substituto de gordura por Carlos *et al.* (24), os autores utilizaram uma planta de processamento descontínuo, onde foram elaboradas três formulações diferentes no sabor de cupuaçu, sendo uma formulação padrão (F1) com adição de gordura e sem a fibra da casca do maracujá, e duas formulações sem gordura e com 0,4% (F2) e 0,8% (F3) de fibra da casca do maracujá. Nas formulações F2 e F3 a fibra do maracujá foi utilizada como substituto de gordura, sendo a única variação entre elas a quantidade de fibras adicionada.

Conforme Dias *et al.* (27), o bolo produzido com substituição parcial da farinha de trigo por farinha mista de albedo de laranja e albedo de maracujá, na formulação foram utilizadas laranjas e maracujás inteiros. Os frutos foram submetidos a extração do albedo e posterior transformação em farinha. A farinha por sua vez entrou na formulação de bolos como substituto em partes da farinha de trigo.

Conforme descrito por Cristo *et al.* (32), para a elaboração de cupcake com adição de farinha de casca de melancia - FCM (*Citrullus lanatus*), foram elaboradas 5 formulações de cupcake, onde para a elaboração das formulações, os ingredientes manteiga e açúcar foram misturados até homogeneização em batedeira doméstica, em seguida, foram acrescentados os ovos, sendo misturado por 30 segundos. Com relação as 5 formulações de cupcake, foram realizadas a F1 padrão (0% de adição de FCM) e as demais adicionadas de 6% (F2), 8% (F3), 10% (F4) e 12% (F5) de FCM. Além das porcentagens de FCM, os seguintes ingredientes também foram utilizados nas formulações: farinha de trigo, essência de baunilha e fermento foram adicionados. A massa foi distribuída em formas de silicone próprias para cupcake e assadas em forno pré-aquecido (180 °C) por aproximadamente 30 minutos.

No trabalho realizado por Farinelli *et al.* (33), na produção de biscoitos doces, eles ressaltam que as cascas das bananas foram pesadas e em seguida, houve a trituração em liquidificador com incorporação dos demais ingredientes. Os biscoitos foram moldados e levados ao forno a 150-200 °C, por 20 minutos. De acordo com Viroli *et al.* (29), para elaboração dos vinagres foram utilizadas cascas de maçã que sofreram um processo fermentativo com a utilização de uma solução hidroalcolica 6% (v/v) tendo como o meio de cultura as cascas de maçã, sem aeração. Ao final do processo fermentativo, o vinagre das cascas de maçã produzido pelo processo de fermentação lento foi filtrado, armazenado e esterilizado em recipiente de vidro.

Aproveitamento de bagaço de frutas

O bagaço de frutas é uma fonte de compostos fenólicos importantes para a saúde e que, além disso, podem ser utilizados em outros produtos da indústria alimentícia, como diversos corantes, aditivos e antioxidantes alimentícios, por isso, é importante a pesquisa de alternativas que permitam a agregação de valor a estes resíduos, utilizando-o para aplicações mais nobres, e não somente como adubo ou ração animal (59). O bagaço é essencialmente composto pelo engaço, casca e sementes. Resumidamente, ele é constituído principalmente por água, cerca de 60-70%, álcoois, principalmente etanol, metanol, glicerol e álcoois superiores, aldeídos, ésteres, ácidos voláteis, polifenóis, taninos, proteínas, celulose, pectinas, sais minerais e resíduos de açúcar (60).

Sabendo que dentro da indústria de alimentos, as cascas e bagaços das frutas representam boa parte dos resíduos sólidos gerados, a título de exemplo, somente o bagaço constitui cerca de média 20% do peso da fruta fresca, e a maioria das empresas trata esse tipo de resíduo como lixo industrial de baixo valor econômico e frequentemente

o destinam a compostagem, como exemplo temos o bagaço do malte, que resulta em enorme quantidade de resíduo, e que, normalmente é descartado ou destinado para a alimentação animal, com baixo custo, e possuindo elevados teores de fibras e proteínas. (50, 61).

Tabela 4- Aproveitamento de bagaço de frutas em diferentes trabalhos científicos

Fruta	Técnica aplicada	Produto	Autor
Uva	Secagem em estufa, moagem, refrigeração e congelamento	Farinha	Huerta <i>et al.</i> , 2018 (41)
Manga	Diluição, peneiração e refrigeração	Formulação de biscoitos tipo sequilhos	Agibert <i>et al.</i> , 2016 (42)
Caju	Trituração, homogeneização, diluição, aquecimento e cozimento	Barra de cereais	Rodrigues <i>et al.</i> , 2018 (43)
Caju	Trituração	Hambúrguer	Barros <i>et al.</i> , 2012 (63)
Caju	Secagem solar, trituração e peneiração	Pó para elaboração de panificáveis	Moura <i>et al.</i> , 2015 (64)
Laranja	Extração, secagem em estufa, trituração e congelamento	Pão	Storrer <i>et al.</i> , 2017 (65)
Acerola	Extração, secagem em estufa, trituração e congelamento	Produção de cookies	Monteiro <i>et al.</i> , 2020 (44)

Fonte: elaborada pelo próprio autor.

No trabalho realizado por Huerta *et al.* (41), para produção da farinha do bagaço de uva, inicialmente faz-se a secagem do bagaço em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 60°C por 36hs. Em seguida é moído em micromoinho sem refrigeração, logo depois, passado em peneira com granulometria de 28 mesh e acondicionado em sacos plásticos sob congelamento (-18°C). Sendo importante salientar que as cascas e sementes de uva possuem rica composição nutricional e funcional, favorecendo sua utilização como ingrediente de novos produtos de interesse para as indústrias alimentícia e farmacêutica (65).

A semente da uva é composta por fibras, proteínas, óleos, compostos fenólicos complexos (taninos), açúcares, sais minerais, além de ser rica em óleo essencial, e a casca da uva contém antocianidinas e antocianinas, que possuem propriedades antioxidantes e são corantes naturais. Os subprodutos da fabricação de vinho e suco de uva são uma fonte potencial de compostos fenólicos, que apresentam atividade antioxidante, anti-inflamatória, vasodilatadora, anticancerígena e antimicrobiana, podendo ser utilizados na indústria farmacêutica, de cosméticos e de alimentos (66). Atualmente as utilizações do bagaço de uva é direcionada para a produção de farinha mistas em produtos alimentícios, visando a qualidade nutricional, por possuírem elevados níveis de compostos fenólicos e fibras, os produtos panificáveis são os exemplos de alimentos que mais recebe a aplicação da farinha de bagaço de uva na produção de bolos, pães, cookies, entre outros (41).

De acordo com Nascimento *et al.* (45), em seu trabalho sobre a elaboração e avaliação da composição centesimal de produto cárneo bovino adicionado de farinha de bagaço de malte, teve como propósito elaborar e avaliar a composição centesimal de produto cárneo bovino, tipo “hambúrguer”, utilizando farinha de bagaço de malte como substituta parcial dos ingredientes cárneos, a fim de obter um produto mais saudável, onde, foram elaboradas quatro formulações com diferentes concentrações de farinha: 0%

, 3%, 6% e 9%, diminuindo concomitantemente a gordura e a carne. Nas condições testadas, a incorporação da farinha como substituta parcial da gordura e da carne melhorou o perfil dos produtos, pois reduziu o teor de gordura sobretudo nas formulações com as maiores concentrações de farinha.

Segundo Agibert *et al.* (42), para a formulação de biscoitos, utilizando o bagaço da manga, as frutas foram lavadas e em seguida descascadas, a polpa da fruta foi separada do caroço e diluída 2:1, sendo em seguida peneirada para obtenção do bagaço de manga, para a elaboração das massas, os ingredientes secos foram homogeneizados manualmente, e na sequência, foram adicionados os ingredientes juntamente como bagaço de manga. A massa foi homogeneizada e armazenada em refrigeração (4°C) por pelo menos uma hora, até o momento da moldagem. Após abertura da massa, os discos foram submetidos ao forneamento a 180°C, durante 40 minutos, em forno a gás.

Conforme o trabalho realizado por Rodrigues *et al.* (43), foram utilizados cajus maduros para obtenção do bagaço e posterior produção de barras de cereais. Para obter o bagaço do caju, inicialmente foi obtido o suco, em seguida peneirado e então a parte fibrosa restante na peneira foi o bagaço. Na elaboração das barras, houve a homogeneização dos componentes utilizados e em seguida, foi realizada a moldagem das barras de cereais de forma padronizada e colocadas em um forno convencional pré-aquecido para o cozimento em diferentes tempos. O resíduo do caju possui um elevado potencial industrial para a obtenção de vários produtos, já que é rico em açúcares, vitaminas e sais minerais, fibras e outros componentes com propriedades funcionais, além de ser fonte de polifenóis e carotenoides (70).

Barros *et al.* (62), relata que a elaboração de hambúrguer enriquecido com fibra utilizando o bagaço de caju, se deu com os pedúnculos que foram desintegrados em liquidificador doméstico, utilizando-se peneiras plásticas para separação da fibra e do suco. A fibra ainda úmida, foi prensada, manualmente com auxílio de peneiras plásticas para retirada do excesso de umidade. Foram testadas diferentes formulações para a massa do hambúrguer, sendo que a formulação de hambúrguer com 30% de fibra de caju adicionada obteve a maior aceitação dos julgadores, ressaltando que o produto elaborado apresentou bom valor nutritivo, com maior conteúdo de fibras e menor teor de gordura quando comparado ao hambúrguer tradicional, revelando boa fonte de proteínas, resíduo mineral fixo e vitamina C, apresentando elevado teor de zinco.

De acordo com Moura *et al.* (63), na elaboração do pó de bagaço de caju, primeiramente iniciou o processo de secagem solar (desidratação) do bagaço, em seguida, sofreu o processo de desintegração em liquidificador industrial e passou por um peneiramento, para obtenção do pó, onde seguindo a formulação existente, fabricaram-se pães do tipo doce e do tipo hambúrguer, com diferentes concentrações de bagaço de caju em pó, substituindo-se em 5, 10 e 20% o valor indicado de farinha de trigo na formulação, por bagaço de caju em pó, salientando que os autores concluíram que a utilização do bagaço de caju em pó na elaboração de pães e bolo é viável, devido ao enriquecimento nutricional destes produtos, sendo atribuídos como novos produtos aceitos pelo público consumidor, além de contribuir na diminuição do desperdício de pedúnculos de caju.

Na produção do pão, Storrer *et al.* (64), utilizaram farinha de laranja. Inicialmente houve a separação do resíduo proveniente da extração do suco, e o mesmo foi seco em estufa em temperatura de 65°C por aproximadamente 3hs por dia, após o fim da secagem todo o material foi triturado em liquidificador para obtenção da farinha, sendo a mesma congelada por uma semana até a adição no pão produzido. Para o desenvolvimento do pão, foi utilizada a fibra obtida na secagem do resíduo da laranja, utilizando 7% da farinha

de laranja, sendo que cada um dos itens foi pesado e adicionado em um recipiente para mistura total.

Segundo Monteiro *et al.* (44), para produzir os cookies a partir do bagaço de acerola, primeiramente os resíduos foram obtidos após a extração da polpa e foram coletadas e misturadas. O bagaço foi congelado a -18°C até o momento do processamento. Após as etapas foi descongelado, e desidratado a 60°C , em estufa com circulação de ar por 96hs, o bagaço foi moído em um liquidificador industrial por cinco minutos, para a obtenção da farinha. A farinha do bagaço de acerola foi passada em uma peneira embalada e armazenada, protegida da luz, em refrigerador, em uma temperatura de 4°C elaborada uma formulação do cookie.

CONCLUSÕES

A reutilização dos resíduos de frutas, tais como cascas, bagaço, sementes, como matéria prima para processamento de novos produtos alimentícios são de grande interesse econômico para as indústrias, pois além de agregar valor aos subprodutos, o aproveitamento desses resíduos reduz o impacto ambiental. Os resíduos de frutas citados, apresentam uma boa composição nutricional, podendo fazer inúmeras aplicações para o reaproveitamento, como a produção de farinhas, biscoitos, sorvetes, pães, entre outros, podendo agregar valor nutricional em produtos lácteos e de panificação, se tornando uma alternativa propícia para aperfeiçoamento na indústria de alimentos.

Além disso, o consumo de preparações provenientes do aproveitamento de alimentos pode contribuir para o enriquecimento nutricional na alimentação da população, levando em consideração que as partes não convencionais de alimentos vegetais possuem uma boa base nutricional. No entanto, são necessárias ações educativas sobre o aproveitamento desses resíduos, que é uma importante ferramenta, não só para a diminuição do desperdício e mau aproveitamento dos nutrientes, como também, para o incentivo ao consumo inteligente e responsável.

REFERÊNCIAS

1. Marins KM; Melo MGC. Produção e caracterização da farinha de casca de cenoura. 2019. 32 f. TCC [Graduação] - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás- UFG; Goiânia, 2019.
2. Zaro M et al. Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios. Caxias do Sul, RS: Educs, v. 417, 2018.
3. Ansiliero R et al. Alternativas para aproveitamento de resíduos de frutas—uma revisão. Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Videira, v. 5, p. e24976-e24976, 2020. Acesso em 13 de outubro 2021 Disponível em: <https://unoesc.emnuvens.com.br/apeuv/article/view/24976>.
4. Sarinho AMM et al. Aproveitamento integral dos alimentos: sustentabilidade e utilização de farinhas modificadas. RECIMA21- Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 2, n. 10, p. e210763-e210763, 2021. Acesso em 03 de dezembro de 2021. Disponível em: <http://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/763>.
5. De Jesus MMC et al. Desperdício de alimentos em cozinha escola de uma universidade pública: perspectivas de gestão e sustentabilidade. Research, Society and Development, v. 11, n. 1, p. e4411124712-e4411124712, 2022.

6. Anjos CN et al. Desenvolvimento e aceitação de pães sem glúten com farinhas de resíduos de abóbora (*Cucurbita moschata*). *Arquivos de Ciências da Saúde*, v. 24, n. 4, p. 58-62, 2017. Acesso em 03 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.cienciasdasaude.famerp.br/index.php/racs/article/view/870>.
7. Lima ARN et al. Caracterização Físico-Química e Microbiológica de Biscoitos Confeccionados com Farinha de Resíduos de Frutas. *Research, Society and Development*, v. 8, n. 11, p. e198111452, 2019.
8. Cardoso AMM; Vieira TA. Práticas de redução do desperdício de alimentos: o caso de um projeto social em Santarém, Pará. *Multitemas*, p. 137-156, 2019.
9. De Oliveira ML et al. Obtenção e caracterização de um compósito com matriz polimérica e carga residual de sabugo de milho. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 9, n. 12, pág. e32791210849-e32791210849, 2020.
10. Bueno PHT et al. Panorama geral das perdas e desperdício de alimentos e soluções para o acesso à alimentação. 2019. Acesso em 14 de out.2021. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26604>.
11. Dos Santos Maia MN et al.. Uso de coprodutos agroindustriais na fabricação de biscoitos. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, v. 8, n. 1, pág. 1738-1747, 2022.
12. Abreu ES et al. Gestão de unidades de alimentação e nutrição: um modo de fazer. Editora Metha, 2019. Acesso em 03 de dezembro de 2021. Disponível em: [https://books.google.com/books?hl=ptBR&lr=&id=GDyIDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=Abreu,+E.+S.,+%26+Spinelli,+M.+G.+N.+\(2016\).+A+unidade+de+alimenta%C3%A7%C3%A3o+e+nutri%C3%A7%C3%A3o.+In+E.+S.+Abreu,+M.+G.+N.+Spinelli,+%26+A.+M.+S.+Pinto.+Gest%C3%A3o+de+unidade+de+alimenta%C3%A7%C3%A3o+e+nutri%C3%A7%C3%A3o:+Um+modo+de+fazer+\(5.+ed.,+378+p.\).+S%C3%A3o+Paulo:+Methagas+production.+&ots=18xUjtvCmI&sig=uu6bShjQXVspfYtTtQQiiIigVFTU](https://books.google.com/books?hl=ptBR&lr=&id=GDyIDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=Abreu,+E.+S.,+%26+Spinelli,+M.+G.+N.+(2016).+A+unidade+de+alimenta%C3%A7%C3%A3o+e+nutri%C3%A7%C3%A3o.+In+E.+S.+Abreu,+M.+G.+N.+Spinelli,+%26+A.+M.+S.+Pinto.+Gest%C3%A3o+de+unidade+de+alimenta%C3%A7%C3%A3o+e+nutri%C3%A7%C3%A3o:+Um+modo+de+fazer+(5.+ed.,+378+p.).+S%C3%A3o+Paulo:+Methagas+production.+&ots=18xUjtvCmI&sig=uu6bShjQXVspfYtTtQQiiIigVFTU).
13. Santos KL et al. Perdas e desperdícios de alimentos: reflexões sobre o atual cenário brasileiro. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 23, 2020. Acesso em 04 de novembro de 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/yhXZXHzvzPTqRWJpLcVt9Bx/?lang=pt..>
14. Freire JM; Soares AG (2017). Redução do desperdício de alimentos. Embrapa. Acesso em 04 de novembro de 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164602/1/Foler-CGPE-13931.pdf>.
15. Moreira TL et al. Enriquecimento e fortificação de alimentos utilizando farinha de casca da manga (*Mangifera indica*). *Hig. alim.*, p. 599-603, 2019. Acesso em 03 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-21961>.
16. Moreno JS. Obtenção, caracterização e aplicação de farinha de resíduos de frutas em cookies. 2016. 2016. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) –Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Acesso em 03 de dezembro de 2021. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/JOYCE-MORENO.pdf>.

17. CEDES – Centro de Estudos e Debates Estratégicos. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Perdas e desperdício de alimentos – estratégias para redução. Série de cadernos de trabalhos e debates 3. Brasília, DF, pág. 260, 2019. Acesso em 21 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/acamara/estruturaadm/altosestudios/pdf/perdas-e-desperdicio-de-alimentos-no-brasilestrategias-para-reducao>.
18. Peixoto M. Perdas e desperdício de alimentos: panorama internacional e proposições legislativas no Brasil. Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios, p. 134, 2018. Acesso em 04 de novembro de 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/ArmandoFornazier/publication/348235556_O_desperdicio_de_alimentos_e_as_politicas_publicas_no_Brasil_entre_acoes_produtivistas_e_politicas_alimentares/links/5ff482c6299bf1408874b8f1/O-desperdicio-de-alimentos-e-as-politicas-publicas-no-Brasil-entre-acoes-produtivistas-epoliticas-alimentares.pdf#page=135.
19. Freire JM.; Soares AG. Orientações quanto ao manuseio pré e pós-colheita de frutas e hortaliças visando a redução de suas perdas. Embrapa Agroindústria de Alimentos Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2014. Acesso em 26 de novembro 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1003270/orientacoes-quanto-aomanuseio-pre-e-pos-colheita-de-frutas-e-hortalicas-visando-a-reducao-de-suas-perdas>
20. Aiolfi AH; Basso C. Preparações elaboradas com aproveitamento integral dos alimentos. *Disciplinarum Scientia| Saúde*, v. 14, n. 1, p. 109-114, 2013. Acesso em 14 de outubro 2021. Disponível em: <https://pibid.unifra.br/index.php/disciplinarumS/article/view/1037>.
21. Ferreira PBM, Machado MRG. Avaliação de laudos insatisfatórios de derivados de frutas do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Alimentos do estado de Minas Gerais (Progvisa/MG) no período de 2013–2015. *Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia*, v. 6, n. 4, p. 79-85, 2018. Acesso em 25 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5705/570561761011/570561761011.pdf>.
22. Severino KLP et al. Potencial uso de sementes de abóbora (*Cucurbita moschata*) como aproveitamento de resíduo. *Revista Científica*, v. 1, n. 1, 2019. Acesso em 25 de novembro de 2021. Disponível em: <http://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/view/219>.
23. Souza ARM et al. Irradiação em barras de cereais incorporadas com casca de abacaxi. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, p. 610-614, 2011. Acesso em 28 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/XFRd9GVXL5KVW4ZmhPzSvtz/abstract/?lang=pt>.
24. Carlos SAV et al. Elaboração de sorvete de cupuaçu utilizando fibra de casca de maracujá como substituto de gordura. *Evidência*, v. 19, n. 1, p. 23-44, 2019.
25. Catarino RPF. Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Acesso em 28 de agosto de 2021. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12472>.

26. Carvalho ICR et al. Caracterização físico-química de cookies integrais produzidos com adição de farinha da casca de banana (*Musa sapientum*). 2018. Acesso em 28 de agosto de 2021. Disponível em: <http://tcc.fps.edu.br/handle/fpsrepo/139>.
27. Dias BCA et al. Produção de Bolo com a Incorporação Parcial de Albedo de Laranja e Casca de Maracujá. 2021.
28. Queiroga AXM et al. Secagem de frutos de tamarindo para obtenção de farinha e elaboração de pães de forma. 2019. Acesso em 28 de agosto de 2021. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/6874>.
29. Viroli SLM et al. reaproveitamento de cascas de maçã como método alternativo para produção de vinagre. In: 8ª jice-jornada de iniciação científica e extensão. 2017. Acesso em 28 de agosto de 2021. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/8jice/paper/view/8538/0>.
30. Neres JPG et al. Iogurte com polpa e farinha da casca do abacaxi. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 70, n. 5, p. 262-269, 2015. Acesso em 28 de agosto de 2021. Disponível em: <https://rilct.emnuvens.com.br/rilct/article/view/465>.
31. Thomaz AC et al. Aceitabilidade sensorial de biscoito tipo cracker adicionado de farinha de casca de limão siciliano (*Citrus limon* L. Burm.). Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso), v. 71, n. 2, p. 324-330, 2012. Acesso em 28 de agosto de 2021. Disponível em: http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552012000200014&lng=e&nrm=iso&tlng=pt.
32. Cristo TW. et al. Cupcake com adição de farinha de casca de melancia (*Citrullus lanatus*): Caracterização físico-química e sensorial. *Ambiência Guarapuava*, v. 14, n. 2, p. 331-342, 2018.
33. Farinelli BCF et al. Elaboração, análise sensorial e características físico-químicas do biscoito doce de casca de banana. *Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, v. 18, n. 2, 2014.
34. Madruga MS et al. Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. *Food chemistry*, v. 143, p. 440-445, 2014. Acesso em 27 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814613010716>.
35. Reda SY et al. Caracterização dos óleos das sementes de limão rosa (*Citrus limonia* Osbeck) e limão siciliano (*Citrus limon*), um resíduo agroindustrial. *Food Science and Technology*, v. 25, p. 672-676, 2005. Acesso em 27 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/LN5rj4mVCgdbghrP8XVwrbz/abstract/?lang=pt>.
36. Kobori CN, Jorge N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. *Ciência e agrotecnologia*, v. 29, n. 5, p. 1008-1014, 2005. Acesso em 27 de agosto de 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542005000500014&script=sci_arttext.
37. Silveira MLR et al. Aproveitamento tecnológico das sementes de goiaba (*Psidium guajava* L.) como farinha na elaboração de biscoitos. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 34, n. 2, 2017. Acesso em 27 de agosto de 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/53178>.

38. Medeiros ICC et al. Elaboração e caracterização de cookie produzido com farinha de semente de melão (*Cucumis melo* L.). 2017. Acesso em 28 de agosto de 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/11285>.
39. Pessoa KK et al. Desenvolvimento de chocotone com substituição parcial da farinha de trigo por farinha elaborada com sementes de tamarindo (*Tamarindus Indica* L.). Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 2, p. 9554-9572, 2022.
40. Tanssini KK et al. Caracterização de farinhas de sementes de cupuaçu e aproveitamento na produção de biscoitos tipo cookies. 2017. Acesso em 28 de agosto de 2021. Disponível em: <https://bdm.ufmt.br/handle/1/1403>.
41. Huerta MM et al. Bagaço de uva: aproveitamento, avaliação e aplicação em pré-mistura para bolo. 2018. Acesso em 20 de novembro de 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15934>.
42. Agibert SAC. et al. avaliação das características físicas e da aceitação sensorial de biscoito adicionado de bagaço de manga. in: xxv congresso brasileiro de ciência e tecnologia de alimentos, 25., 2016, Gramado/Rs. Anais [...]. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016. p. 1-6. Acesso em: 07 outubro 2021. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctarseventos/xxvcbcta/anais/files/1412.pdf>.
43. Rodrigues LMS et al. elaboração de barra de cereal com aproveitamento do subproduto da extração de suco de caju. 2018. Acesso em 07 de outubro 2021. Disponível em: https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/agronomia/11_5_edbdccadsd_edsdc.pdf.
44. Monteiro SA et al. Elaboração, caracterização microbiológica e avaliação sensorial de cookies produzidos a partir da farinha do bagaço de acerola (*Malpighia emarginata*). Research, Society and Development, v. 9, n. 11, p. e1489119605- e1489119605, 2020. Acesso em 08 de outubro 2021. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9605>.
45. Nascimento MHS et al. Elaboração e avaliação da composição centesimal de produto cárneo bovino adicionado de farinha de bagaço de malte. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, v. 2, n. 8, p. 1-15, 2022.
46. Infante J et al. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 24, n. 1, p. 92, 2013. Acesso em 05 de outubro de 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15934>.
47. Lazzari A et al. Potencial antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais: revisão. Research, Society and Development, v. 10, n. 3, p. e29710313357- e29710313357, 2021. Acesso em 23 de Agosto de 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13357>.
48. Silva MBL, Ramos AM. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. Revista Ceres, v. 56, n. 5, p. 551-554, 2009. Acesso dia 31 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226893004.pdf>.
49. Oliveira ENA, Santos DC. Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças. 2015. Acesso em 31 de agosto de 2021. Disponível em: <https://memoria.ifrn.edu.br/bitstream/handle/1044/363/Tecnologia%20e%20Processamento%20de%20Frutos%20e%20Hortic%20as%20.pdf?sequence=1>.

50. Oliveira AP. Resíduos da indústria de alimentos para elaboração de farinhas: uma estratégia para aproveitamento. 2018. Acesso em 25 de novembro de 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/15791>.
51. Alves ASI et al. Pães elaborados com polpa e farinhas de sementes de abóbora kabutiá (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*). Revista SPCNA, v. 18, n. 3, p. 71, 2012. Acesso em 25 de novembro de 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/ClarissaDamiani/publication/288682556_Processed_breads_with_pulp_and_pumpkin_seed_flour_kabuti%C3%A0_Cucurbita_maxima_x_Cucurbita_moschata/links/568fb56908ae78cc051988c9/Processo_d-breads-with-pulp-and-pumpkin-seed-flour-kabutia-Cucurbita-maxima-x-Cucurbitamoschata.pdf.
52. Silva EB; Silva ES. Aproveitamento integral de alimentos: avaliação sensorial de bolos com coprodutos da abóbora, *Cucurbita moschata* L. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 7, n. 5, p. 29, 2012. Acesso em 26 de novembro de 2021. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7424635>.
53. Barros ZMP. Cascas de frutas tropicais como fonte de antioxidantes para enriquecimento de suco pronto. 2011. Tese de Doutorado. Acesso em 15 de outubro 2021. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-22112011-143150/en.php>.
54. Roriz RFC. Aproveitamento dos resíduos alimentícios obtidos das centrais de abastecimento do estado de Goiás S/A para alimentação humana. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). 2012. 158p. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Goiás.
55. Neris TS et al. Avaliação físico-química da casca da banana (*Musa spp.*) *in natura* e desidratada em diferentes estádios de maturação. Ciência e Sustentabilidade, v. 4, n. 1, p. 5-21, 2018. Acesso em 15 de outubro 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufca.edu.br/ojs/index.php/cienciasustentabilidade/article/view/211>.
56. Ramme AL et al. Produção de óleo essencial; Reaproveitamento de cascas de frutas cítricas seus benefícios e aplicações em alimentos. 2021. Acesso em 15 de outubro 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2246>.
57. Ortiz DW. Cascas de frutas: Estudo das propriedades nutricionais e tecnológicas. 2016. 2016. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Universidade Federal de Goiás, Goiânia. Acesso em 16 de outubro 2021. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/71/o/disserta%20c3%87%20c3%83o_-_daniela_weyrich_ortiz_2016_n_119.pdf.
58. Augusto G et al. Acceptance of cupcakes with butter cabbage stalks and stalks of spinach for the school municipality of prudentopolis-pr/aceitacao de cupcakes com farinha de talos de couve manteiga e farinha de talos de espinafre por escolares do municipio de prudentopolis-pr. revista brasileira de obesidade, nutrição e emagrecimento, v. 11, n. 68 s2, p. 731-738, 2017. Acesso em 26 de novembro de 2021. Disponível em:

- <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA532075715&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=19819919&p=AONE&sw=w>.
59. Leidens N et al. Extração de compostos fenólicos do bagaço de frutas para aplicação em produtos da indústria de alimentos. In: ENPI-Encontro Nacional de Propriedade Intelectual. 2017. Acesso em 21 de novembro de 2021. Disponível em:
<http://www.api.org.br/conferences/index.php/ENPI2017/ENPI2017/paper/view/141>.
 60. Souza LM. Otimização da extração assistida por ultrassom de compostos fenólicos do bagaço de uva. 2015. Acesso em 05 de outubro de 2021. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/183838>.
 61. Antunes VC, Ramos GDM, Maia MNS. Vantagens nutricionais da utilização de coprodutos agroindustriais na fabricação de biscoitos. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 1, p. 7118-7127, 2022.
 62. Barros NVS et al. Elaboração de hambúrguer enriquecido com fibras de caju (*Anacardium occidentale* L.). *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 30, n. 2, 2012. Acesso em 08 de outubro 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/30509>.
 63. Moura RL et al. bagaço de caju em pó na elaboração de produtos panificáveis. *terra-Saúde Ambiental e Soberania Alimentar*, p. 64, 2015. Acesso em 08 de outubro 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Claudiana-Godoy/publication/333450452_TERRA_Saude_Ambiental_e_Soberania_Alimentar/links/5cee7def299bf1f881495001/TERRASaude-Ambiental-e-Soberania-Alimentar.pdf#page=64.
 64. Storrer D et al. Desenvolvimento de pão com adição de farinha de bagaço de laranja: análises sensoriais, físico-químicas e microbiológicas. *Revista Eletrônica Biociências, Biotecnologia e Saúde*, v. 9, n. 18, p. 43-50, 2017. Acesso em: 08 de outubro 2021. Disponível em: <https://revistas.utp.br/index.php/GR1/article/view/1489>.
 65. Carlini NRBS. Estudo do aproveitamento do bagaço de uva na produção de alimentos para consumo humano. 2021. Acesso em 20 de novembro de 2021. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/1348>.
 66. Teles ASC et al. Estudo da secagem do bagaço de uva visando à sua utilização como ingrediente na formulação de barras de cereais. 2014. Acesso em 20 de novembro de 2021. Disponível em: <https://tede.ufrjr.br/handle/jspui/2803>.

Capítulo 41

doi.org/10.53934/9786599539664-41

APLICAÇÃO DE CRISTALIZAÇÃO EM FRUTAS EM DIFERENTES ESTAGIOS DE MATURAÇÃO E SUA QUALIDADE

Ana Regina Simplício de Medeiros ¹; Marcus Vinicius de Souza Couto ⁴;
Tatiana Zanella Rodrigues ⁵; Joanderson Gama Santos ⁶; Estefânia
Fernandes Garcia ²; Patrícia Pinheiro Fernandes Vieira ³

¹ Discente do curso de Bacharelado em Gastronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional. Email: anareginasmedeiros@gmail.com

² Docente do Departamento de Gastronomia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional – Email: estefaniafgarcia@yahoo.com.br

³ Docente do Departamento de Gastronomia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional – Email: patriciaprs@gmail.com

⁴ Discente do curso de Bacharelado em Gastronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional. Email marcussouza.inf@gmail.com

⁵ Discente do curso de Bacharelado em Gastronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional. Email: tatiana.zanella@academico.ufpb.br

⁶ Discente de Mestrado na Pós Graduação em Tecnologia Agroalimentar pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias. Email: joanderson.gama@gmail.com

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo desenvolver e analisar as características microbiológicas e físico-químicas de frutas desidratadas osmoticamente (cristalizadas) em diferentes estágios de maturação. Foram realizadas análises físico-químicas de atividade de água, acidez titulável, pH, umidade, sólidos solúveis e análises microbiológicas de bolores e leveduras, *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. Os resultados das análises físico-químicas para as frutas elaboradas indicaram que o aumento do pH e a diminuição da acidez estão diretamente interligados, isto ocorre devido ao estágio de maturação e é durante o amadurecimento que os sólidos solúveis obtiveram maiores valores. Quanto às análises microbiológicas os resultados estavam dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente: ausência de *Salmonella* spp. em 100% das amostras analisadas, quanto às contagens de *E. coli* e bolores e leveduras as amostras não apresentaram crescimento superiores a < 2 UFC/g e < 4 UFC/g, respectivamente. Com base nos resultados obtidos podemos concluir que a desidratação osmótica seguida de secagem, no protocolo proposto foi eficaz para a conservação das frutas testadas e para a manutenção de sua estabilidade microbiológica.

Palavras chave: análise físico-química; análise microbiológica; desidratação osmótica; frutas cristalizadas

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, responsável por 4,6% de todo o volume colhido, ficando atrás apenas da China e da Índia, com 30,6% e 10,7%

respectivamente. A extensa faixa territorial, assim como o clima e a posição geográfica, explicam a grande oferta de frutas durante boa parte do ano, destacando-se como principais produtos a laranja, a banana, o abacaxi, a uva e a maçã (1).

Fazendo um recorte do Nordeste, que responde por 34,4% da produção nacional (2), ressaltam-se mudanças nos principais cultivos de frutas, sobressaindo as plantações de melão, manga, coco, maracujá, mamão e goiaba (3). Ainda de acordo com Vidal (2) a maior parte dessa produção é destinada ao mercado interno. A grande variedade dessa região e o bom desempenho como produtor são explicados pelas condições climáticas favoráveis, como temperatura, umidade do ar e luminosidade (4).

Contudo, atreladas a estes altos níveis de produção, estão as perdas pós-colheita, estas podem chegar à 50% devido a transporte inadequado, má manipulação e temperaturas elevadas (5). Para além dos fatores externos vale ressaltar, também, a alta atividade de água (aw) que as frutas possuem e que potencializa sua deterioração (7). Existem técnicas capazes de reduzir os danos causados aos alimentos, em especial às frutas, diminuindo sua atividade de água e facilitando o seu transporte. Essas técnicas possibilitam ao produtor diminuir as perdas ocasionadas na pós-colheita, dando-lhes opções viáveis de investimento e comercialização. Vejamos a seguir.

A “conservação de alimentos pela secagem é uma das mais antigas e importantes práticas, pois a mesma permite a conservação do excedente da produção e seu consumo na entressafra” (8). Mas considerando apenas a secagem para a conservação das frutas existiria uma limitação na qualidade do produto final, pois este método modifica sua consistência, sabor, cor e aroma (9), fazendo com que percam propriedades consideradas importantes.

A desidratação osmótica é o processo da cristalização da fruta, que consiste em trocas dos fluxos entre a água disponível no alimento pelo soluto concentrado da solução, neste caso, o açúcar. O pré-tratamento osmótico pode potencializar aspectos importantes, como os nutricionais, funcionais e sensoriais, além das propriedades organolépticas, sem comprometer sua integridade (10; 11).

Mas a cristalização sozinha também não seria interessante ao mercado, pois esta não fornece alimentos com a umidade baixa o suficiente para ir às prateleiras (12). O ideal seria atrelar à cristalização a um método que reduzisse sua atividade de água como a secagem. A junção destes dois métodos de conservação permite produzir de maneira segura, alimentos que atendam à necessidade do produtor e do mercado.

O uso das frutas cristalizadas também poderia auxiliar no consumo de frutas entre os brasileiros tendo em vista que, apesar de deter o terceiro lugar na produção mundial, o país ainda possui uma forte deficiência no consumo deste alimento. Constatou-se, em pesquisa realizada pelo Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde da Universidade de São Paulo (Nupens/USP), que apenas 40,2% dos brasileiros têm o hábito de ingeri-las, embora esse número tenha aumentado para 44,6% durante a pandemia de Covid-19; sendo incerto afirmar que após a pandemia esse costume irá continuar (13).

Segundo o Instituto Brasileiro De Frutas (IBRAF), a ingestão nacional de frutas e hortaliças por pessoa é de 57 kg ao ano, valor muito abaixo do recomendado, a saber: 146 Kg/ano de acordo com a Organização Mundial da Saúde (14). Talvez o consumo de frutas cristalizadas possa complementar essa alimentação desfalcada, basta lembrarmos que ela, por vezes, é mais apreciada que as frutas frescas por possuir atributos que agregam palatabilidade.

A boa aceitação das frutas cristalizadas no mercado, torna essa via de produção uma solução para destinar o excedente das frutas no mercado, que por vezes geram perdas pós-colheita. Além disso, em virtude de sua menor aw, existe uma maior facilidade de armazenamento e de traslado também são características de um produto com baixa umidade e, conseqüentemente, pouca perecibilidade. No entanto, o protocolo de produção para cada fruta é específico, tendo em vista as particularidades de suas características físico-químicas, especialmente de acordo com seu estágio de maturação, o que também irá influenciar em sua deterioração microbiológica. Assim sendo o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e analisar as características microbiológicas e físico-químicas de abacaxi, banana, laranja, mamão e manga desidratados osmoticamente (cristalizadas) em diferentes estágios de maturação.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 MATERIAIS

Para a produção das frutas cristalizadas, foram utilizadas frutas em diferentes estágios de maturação como descritos no quadro 1. A produção foi realizada com três coletas distintas para cada tipo de fruta, sendo toda a produção e análise realizada em triplicata.

Quadro 1 – Critérios de seleção de frutas para produção de frutas cristalizadas

Fruta	Estado de maturação	Características
Abacaxi	Maturação incompleta	Casca esverdeada e rígida
	Maduro	Casca alaranjada e macia, com as folhas da coroa se soltando com facilidade
Banana	Maturação incompleta	Casca amarelada e fruta rígida
	Maduro	Casca amarelada com pontos escuros e fruta macia
Laranja	Maturação incompleta	Casca esverdeada
	Maduro	Casca amarelada
Mamão	Maturação incompleta	Casca esverdeada e fruta rígida
	Maduro	Casca alaranjada e fruta macia
Manga	Maturação incompleta	Casca esverdeada e fruta rígida
	Maduro	Casca amarelada/rosada e fruta macia

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Para a produção das frutas cristalizadas também foi utilizado açúcar cristal (Açúcar Alegre, Mamanguape, Paraíba, Brasil), adquirido comercialmente em supermercado da cidade de João Pessoa – PB.

2.2 MÉTODOS

A produção das frutas cristalizadas foi realizada no Laboratório de Cozinha Experimental – CTDR/UFPB. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos – CTDR/UFPB e as análises físico-químicas no Laboratório de Análises Físico-químicas – CTDR/UFPB

2.2.1 PRODUÇÃO DE FRUTAS CRISTALIZADAS ARTESANALMENTE

Para a produção de frutas osmoticamente desidratadas, cinco tipos de frutas foram selecionadas e classificadas de acordo com os critérios descritos no quadro 1. O processo de produção foi desenvolvido segundo método descrito por Krolow (15), com modificações (Figura 1 e 2).

À princípio, as frutas passaram por um processo de lavagem em água corrente com esponja e detergente neutro, logo após foram imersas em solução sanitizante (1 mL de hipoclorito de sódio a 10% para 10 L de água) por 15 minutos.

Em seguida foram descascadas manualmente, retiradas as sementes e cortadas. Cada fruta foi fervida, por trinta minutos, em calda de açúcar (30%) e mantidas em repouso nessa calda por 24 h, após esse período foram colocadas sobre superfícies perfuradas para que o excesso de calda fosse descartado. Esse processo foi repetido mais duas vezes, aumentando a concentração de açúcar da calda: 50% (por 30 minutos) e 70% (por 15 minutos) respectivamente. A secagem, que ocorreu após o processo de desidratação osmótica, foi realizada no Laboratório de físico-química com o auxílio de uma estufa com circulação e renovação de ar (TECNAL) a 60 °C. Após o processamento as amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas, tipo bobinas picotadas, em temperatura ambiente; posteriormente foram avaliadas quanto às suas características físico-químicas e microbiológicas. Todo o processo de elaboração das frutas pode ser observado na Figura 1 e na Figura 2.

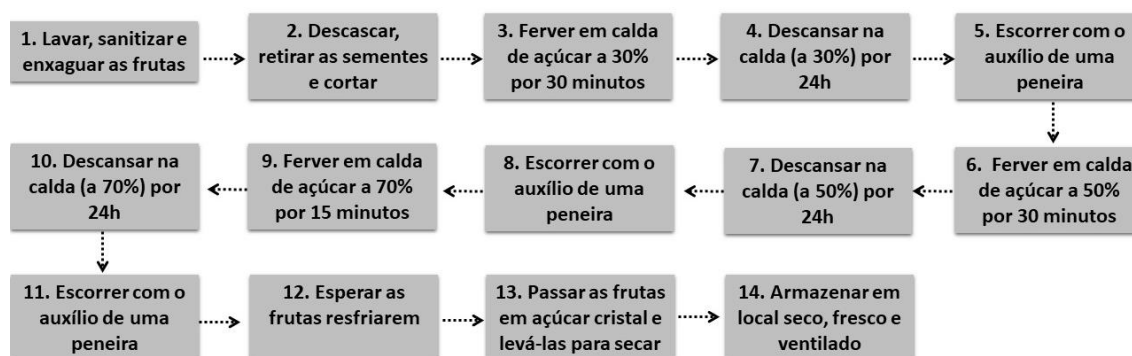


Figura 1 – Fluxograma de Elaboração das Frutas Cristalizadas
 Fonte: Autores adaptado de Krolow (15)

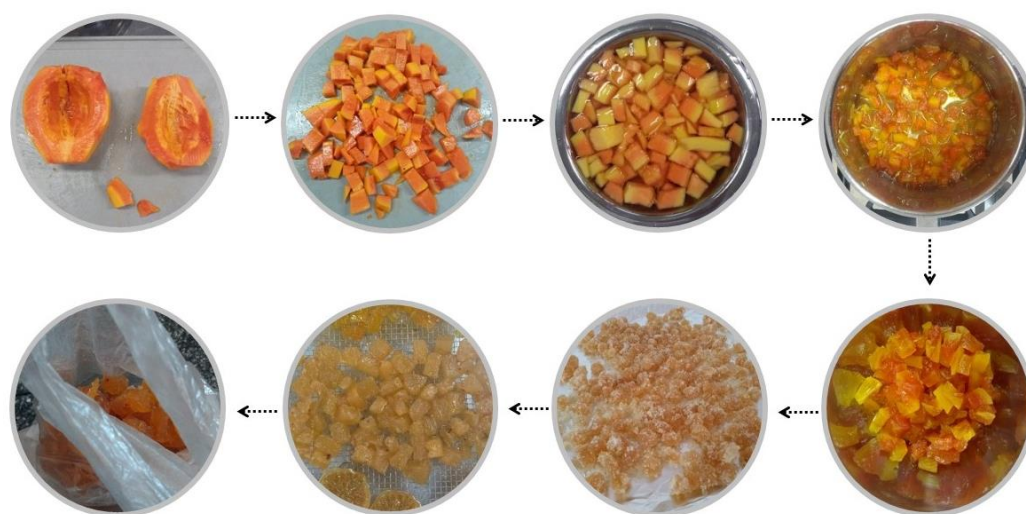


Figura 2 – Elaboração de Frutas Cristalizadas
 Fonte: Dados da pesquisa

2.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A avaliação físico-química das amostras de frutas consistiu na determinação de: atividade de água, acidez (g/100g), pH, sólidos solúveis (°Brix) e umidade (%) segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (16).

2.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

No laboratório de microbiologia as análises realizadas foram para detecção de *Salmonella* spp., *E. coli* e Bolores e Leveduras. Logo após a coleta as amostras foram transportadas até o laboratório onde foram analisadas segundo metodologias descritas em *American Public Health Association* (17). Assepticamente uma unidade analítica de 25 g de cada amostra foi transferida para 225 mL de água peptonada 0,1% e, a partir desta, foram homogeneizadas e preparadas as diluições seriadas até 10^{-6} . Estas diluições foram utilizadas para as análises de *E. coli* e Bolores e Leveduras.

Para detecção de *Salmonella* spp., foram retiradas 25g de amostra e esta passou por um pré-enriquecimento, em caldo lactosado, com incubação a 35°C, por 24h, seguido de enriquecimento seletivo, em caldo Tetracionato e caldo Rappaport incubados, respectivamente, a 35 °C e 42 °C, por 24 h. Após a incubação foram feitas estrias de esgotamento em placas com os meios de Ágar *Salmonella Shigella* (SS) e Xilose Lisina Deoxicolato (XLD).

2.4 ANALISE ESTATÍSTICA

Todos os ensaios foram realizados em triplicata em três experimentos independentes e os resultados foram expressos como uma média dos ensaios. A análise

estatística foi realizada para determinar diferenças significativas ($p < 0,05$) utilizando ANOVA seguido pelo teste Tukey. Para o cálculo dos dados, foi utilizado o programa Jamovi versão 1.6. Computer Software.

3 ANÁLISE DOS DADOS: RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Na Tabela 1 são apresentados os dados dos resultados do controle físico-químicos nas frutas osmoticamente desidratadas.

Tabela 01 - Valores médios \pm desvio padrão das análises físico-químicas das frutas cristalizadas elaboradas.

Amostras	Umidade (%)	aw	pH	Acidez (g/100g)	Sólidos Solúveis (°Brix)
Ab M*	12,5 \pm 0,50 ^a	0,729 \pm 0,00 ^a	4,35 \pm 0,02 ^a	0,90 \pm 0,00 ^a	8,35 \pm 0,05 ^a
Ab V	13,0 \pm 0,00 ^a	0,669 \pm 0,00 ^b	3,95 \pm 0,00 ^b	5,30 \pm 0,00 ^b	8,00 \pm 0,10 ^b
Bn M	12,5 \pm 0,50 ^a	0,522 \pm 0,00 ^a	4,82 \pm 0,00 ^a	5,80 \pm 0,00 ^a	3,85 \pm 0,15 ^a
Bn V	13,5 \pm 0,50 ^a	0,519 \pm 0,01 ^a	4,45 \pm 0,00 ^b	2,90 \pm 0,00 ^b	3,55 \pm 0,15 ^b
Lr M	12,5 \pm 0,50 ^a	0,771 \pm 0,00 ^a	4,33 \pm 0,01 ^a	1,40 \pm 0,00 ^a	8,05 \pm 0,05 ^a
Lr V	13,0 \pm 0,00 ^a	0,685 \pm 0,00 ^b	4,14 \pm 0,00 ^b	6,20 \pm 0,00 ^b	7,60 \pm 0,10 ^b
Mg M	9,00 \pm 0,00 ^a	0,484 \pm 0,00 ^a	4,61 \pm 0,02 ^a	0,65 \pm 0,25 ^a	8,95 \pm 0,15 ^a
Mg V	14,0 \pm 0,00 ^b	0,753 \pm 0,00 ^b	3,31 \pm 0,00 ^b	5,80 \pm 0,00 ^b	5,95 \pm 0,15 ^b
Mm M	10,5 \pm 0,50 ^a	0,826 \pm 6,00 ^a	4,74 \pm 0,02 ^a	0,90 \pm 0,00 ^a	7,85 \pm 0,05 ^a
Mm V	17,5 \pm 0,50 ^b	0,853 \pm 7,50 ^b	5,01 \pm 0,02 ^b	0,90 \pm 0,00 ^a	8,50 \pm 0,10 ^b

^{a-b} Letras iguais no mesmo grupo de frutas, por coluna, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

* As Frutas foram codificadas com a Letra M de madura e V de verde, correspondendo Ab (abacaxi), Bn (banana), Lr (laranja), Mg (manga), Mm (mamão).

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à umidade apenas a manga e o mamão diferem significativamente ($p < 0,05$) entre si, de acordo com o grau de maturação. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (18) os valores de umidade para frutas osmoticamente desidratadas devem ser inferiores a 25% para que haja a inibição de microrganismos deteriorantes, deste modo todas as amostras estavam em conformidade com a legislação. Além da secagem ter sido realizada em estufa com circulação de ar, o armazenamento foi realizado logo após a produção, evitando que as frutas entrassem em contato excessivo com o ar e absorvessem umidade através de sua higroscopicidade. Este resultado, juntamente com a aw intermediária obtida, inibem o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, sendo a w intermediária prevista para esse tipo de alimento (19; 20).

A concentração dos ácidos advém do processo de secagem e implica em alterações sensoriais desejáveis ao produto (21). Valores com pH inferiores a 4,5 são considerados como fatores inibidores do crescimento de muitas bactérias patogênicas e deterioradoras de interesse em alimentos (22), devido a isto possuem um efeito seletivo sobre o desenvolvimento da microbiota (23). Deste modo, ao analisarmos as amostras, percebemos que as Bn M, Mg M, Mm M, Mm V estão propensas ao desenvolvimento bacteriano, enquanto às demais ficam sujeitas ao crescimento de bolores e leveduras que, com o tempo, favorecem sua deterioração. Pode-se perceber que as frutas maduras possuem o pH mais elevado, com exceção do Mm. Esse resultado se inverte na Acidez¹, onde as frutas verdes terão os maiores valores; segundo Adriano, Leonel e Evangelista (26) o aumento do pH e a diminuição da acidez estão diretamente interligados, isto ocorre devido ao estágio de maturação, sendo a Bn uma exceção. Diversos estudos, entre eles os de Siqueira (27), Carvalho (28) e Sarmento (29), trazem a informação de que a banana atinge o seu nível máximo de acidez em frutos completamente maduros e declinam apenas quando atingem a senescência. Esse fato é explicado por Neris et al (30), devido ser uma fruta climatérica, após a colheita, a banana continua passando por diversas transformações bioquímicas proporcionadas pela respiração. Se tratando dos teores de sólidos solúveis² todas as amostras apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), prevalecendo nas frutas maduras os maiores valores. A degradação do amido e a síntese dos açúcares solúveis são características intrínsecas do processo de amadurecimento (29; 27), o que explica os resultados obtidos.

3.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICA

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através Instrução Normativa nº 60, regulamentou padrões microbiológicos para alimentos. Com relação às Frutas Cristalizadas estabeleceu valores < 4 UFC/g para Bolores e Leveduras; < 2 UFC/g para *E. coli* e ausência de *Salmonella* spp. em 25 g da amostra do produto (32).

Na Tabela 02 se encontram os resultados do controle microbiológico determinados nas frutas osmoticamente desidratadas. Como pode ser observado abaixo as análises foram satisfatórias, estando 100% das amostras dentro dos padrões exigidos.

Tabela 02 - Valores médios \pm desvio padrão das análises microbiológicas em frutas osmoticamente desidratadas.

Amostras*	Contagem de Bolores e Leveduras (Log UFC/g)
M*	0,67 \pm 1,15 ^a
V	< 2
M	< 2
V	0,77 \pm 1,33 ^a

² A acidez, que é um indicador da quantidade de ácidos orgânicos presentes nos alimentos, é responsável por agregar características sensoriais tais como cor e sabor (24; 25).

² O teor de sólidos solúveis indica a quantidade de açúcares ali disponíveis. Campo et al (31) enfatizam que a perda de água associada ao baixo ganho de sólidos solúveis é o ideal, pois não altera as propriedades sensoriais do produto.

M	< 2
V	0,77±1,33 ^a
M	2,28±1,98 ^a
V	<2
Mm M	1,06±1,83 ^a
Mm V	0,67±1,15 ^a

*As Frutas foram codificadas com a Letra M de madura e V de verde, correspondendo Ab (abacaxi), Bn (banana), Lr (laranja), Mg (manga), Mm (mamão).

^a Letras iguais no mesmo grupo de frutas, por coluna, não diferem estatisticamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa.

Alguns microrganismos são utilizados para avaliar a qualidade microbiológica dos alimentos, conhecidos como microrganismos indicadores, estes revelam a origem da contaminação e quais os patógenos que podem estar presentes (23). A ausência de *E. coli*, que é um microrganismo indicador, e *Salmonella* spp. aponta condições higiênico-sanitárias adequadas, isto significa que foram atendidas as boas práticas de fabricação. A presença de bolores e leveduras, ainda que em níveis aceitáveis, está relacionada ao baixo pH, à aw e ao teor de umidade das amostras. Franco e Landgraf, (23) enfatizam que a baixa atividade de água associada aos alimentos ácidos favorece o crescimento destes microrganismos, que estão associados a deterioração de alimentos com umidade intermediária. A pesquisa da contagem de bolores e leveduras se justifica pelo risco relacionado a presença de micotoxinas, compostos tóxicos produzidos pelos bolores, que, quando presentes, representam um agravo eminente à saúde pública (22).

O Nordeste é um grande produtor de frutas que não são comumente encontradas cristalizadas nos supermercados, a produção dessas frutas não convencionais, tais como banana, goiaba, abacaxi, caju e manga, configura-se como uma alternativa viável e segura aos produtores locais, pois agregaria valor ao seu produto. Estudos realizados por Sousa et al. (33), Landim (34), Rodrigues (35), Aragão et al. (36) e Silva e Pedro (37), corroboram o uso da desidratação osmótica como alternativa eficaz para a conservação destes alimentos, como foi possível observar no presente estudo.

CONCLUSÃO

Foi possível observar que a desidratação osmótica seguida de secagem é uma alternativa viável para a conservação e comercialização de alimentos, pois consegue manter suas características físico-químicas e sensoriais ao mesmo tempo em que dá a estabilidade microbiológica necessária para o armazenamento prolongado e consumo seguro. É o controle físico-químico atrelado às boas práticas de fabricação que resultarão diretamente na qualidade microbiológica do produto, podendo inibir ou favorecer o crescimento de microrganismos. Devemos atentar, também, ao cuidado durante o armazenamento para que não haja absorção de umidade devido a higroscopicidade que o produto possui e, conseqüentemente, o desenvolvimento indesejado de microrganismos. Nos protocolos testados, percebe-se que apesar de o uso de frutas maduras ter sido objetivo alvo como alternativa viável ao desperdício de alimentos, a aplicação deste protocolo não foi suficiente para se obter um produto estável e de qualidade para comercialização, tendo em vista que a textura foi um dos parâmetros visuais mais

prejudicados no produto final, apesar de terem apresentado resultados satisfatórios na qualidade microbiológica, são necessários estudos ao longo do armazenamento para determinar se essa técnica de conservação adequada se adequa às frutas testadas.

REFERÊNCIAS

1. Andrade PFS. Fruticultura: Análise da Conjuntura. Departamento de Economia Rural – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. Governo do Estado do Paraná. 2020 [acesso em 16 ago. 2021]. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf.
2. Vidal F. Fruticultura na área de atuação do bnb: produção, mercado e perspectivas. Caderno Setorial ETENE. Banco do Nordeste. 2020 out. [acesso em 16 ago. 2021];5(136). Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/390>
3. Ferreira ZR, Filho JERV. Irrigação pública e fruticultura no Semiárido. Revista Política Agrícola 2021 jan-fev.mar [acesso em 16 ago. 2021];30(1):34-50 Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1595/pdf>
4. Vidal MF, Ximenes LJF. Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização. 2016 out;1(2):18-26.
5. Ferreira MD. Redução nas perdas pós-colheita em frutas e hortaliças. Um grande desafio. In: Rodrigues LN, Domingues FD (Org.). Agricultura Irrigada: Desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável, 1 ed. Fortaleza, 2018.
6. Ditchfield, C. Estudo dos métodos para a medida da atividade de água. São Paulo Dissertação [Mestrado em Engenharia Química] – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; 2000.
7. Gomes AT, Cereda MP, Vilpoux O. Desidratação osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional 2007 set-dez [acesso em 25 mar. 2021];3(3):212-226. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/94/87>
8. Huhn S. Cristalização de frutas: Recomendações básicas. Embrapa, 1998 out. [acesso em 25 mar. 2021];40:1-5. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/375231/cristalizacao-de-frutas>.

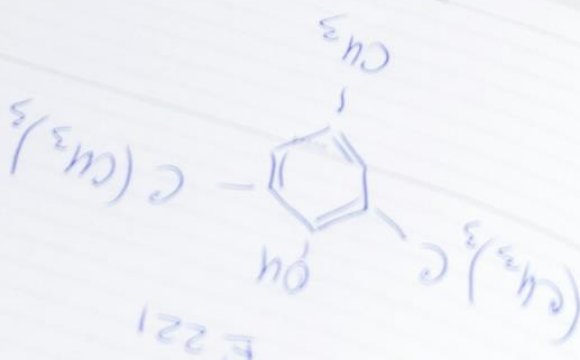
9. Ratti C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: review. *Journal of Food Engineering* 2001 set;49(4):311-319.
10. Castro D S, Nunes JS, Silva Júnior AF, Aires JEF, Silva WP, Gomes JP. Influência da temperatura no processo de desidratação osmótica de pedaços de goiaba. *Revista Geintec* 2014 [acesso em 20 out. 2021];4(5):1413-1423. Disponível em: <http://www.revistageintec.net/index.php/revista/article/view/405>. DOI 10.7198/S2237-0722201400050010
11. Yadav AK, Singh SV. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of Food Science and Technology* 2012 fev. [acesso em 20 out. 2019];51(9):1654-1673. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4152536/> DOI 10.1007 / s13197-012-0659-2
12. Souza Neto MA, Maia GA, Lima JR, Figueiredo RW. Desidratação osmótica da manga seguida de secagem convencional: Avaliação das variáveis do processo. *Ciência e Agrotecnologia*. 2005 set.-out.;29(5):1021-1028.
13. Agência Brasil. Brasileiro aumentou consumo de frutas, hortaliças e feijão na pandemia, aponta estudo. 2020 [acesso em 12 fev. 2021]. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Hortifruti/noticia/2020/08/brasileiro-aumentou-consumo-de-frutas-hortalicas-e-feijao-na-pandemia-aponta-estudo.html>.
14. Gama M. Só 40% dos brasileiros consomem frutas e hortaliças todos os dias. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 2017 [acesso em 12 fev. 2021]. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/10/1927705-so-40-dos-brasileiros-consumem-frutas-e-hortalicas-todo-dia.shtml>
15. Krolow ACR. Preparo artesanal de frutas cristalizadas. Embrapa. Documento 207. Editora Técnica, Pelotas, 2007.
16. Instituto Adolpho Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de análise de alimentos. 3.ed. São Paulo: Guanabara Dois, 1985.
17. APHA. American Public Helth Association. Compendium of methods for microbiological examinaton of foods. 4. ed. Washingyton, 2001.
18. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC n. 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 22 set. 2005

19. Batista DVS, Cardoso RL, Godoy RCB, Evangelista-Barreto NS. Estabilidade físico-química e microbiológica de banana passa orgânica. *Ciência Rural* 2014;44(10):1886-1892.
20. Câmara GB, Oliveira TKB, Macedo CS, Leite DDF, Soares TC, Lima ARN, et al. Caracterização físico-química, toxicológica e nutricional das folhas da *Moringa oleifera Lam* secas e *in natura*. *Research, Society And Development*, 2019 ago [acesso em 20 out. 2019];8(11):1-17. Disponível em: <https://rsd.unifei.edu.br/index.php/rsd/article/view/1450>
21. Monteiro SS, Monteiro SS, Santos NC, Barros SL, Pereira EM. Desidratação osmótica de fatias de mamão (*Carica papaya L.*). *Revista Verde* 2020 abr.-jun;15(2):183-192 DOI: 10.18378/rvads.v15i2.7811
22. Hervatin HL. Avaliação microbiológica e físico-química do pólen apícola *in natura* e desidratado sob diferentes temperaturas. Campinas. Dissertação [Mestrado em Ciência dos Alimentos] - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimento, Campinas; 2009.
23. Franco BDGM, Landgraf M. *Microbiologia de alimentos*. São Paulo: Atheneu; 2003.
24. Cecchi HM. *Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos*. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp; 2003.
25. Guimarães A, Oliveira CM, Vieira G, Dessimoni-Pinto NAV. Qualidade físicas e químicas de morango passa em diferentes embalagens. *Engenharia na Agricultura* 2014 jul.-ago;22(4):306-316.
26. Adriano E, Leonel S, Evangelista RM. Qualidade de fruto da aceroleira cv. Olivier em dois estádios de maturação. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2011 out. [acesso em 30 nov. 2021];especial:541-545. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/ZctcGsP8w485RmzVN64j89R/abstract/?lang=pt>
27. Siqueira MSB. Caracterização da qualidade de banana prata-anã armazenada em diferentes condições de atmosfera controlada. Rio de Janeiro. Dissertação [Mestrado em Produção Vegetal] – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes; 2014 [acesso em 30 nov. 2021]. Disponível em: https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2014/08/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Manuela.pdf
28. Carvalho HA. Qualidade da banana prata ‘prata’ previamente armazenada em filme de polietileno, amadurecida em ambiente com umidade relativa elevada: acidez, sólidos solúveis e taninos. *Pesquisa agropecuária brasileira* 1989;24(5):495-501.

29. Sarmiento CAR. Determinação do ponto de colheita e avaliação da pós-colheita de banana princesa utilizando biofilme. São Cristóvão. Dissertação [Mestrado em Agroecossistemas] – Produção de Agroecossistemas da Universidade Federal do Sergipe; 2012.
30. Neris TS, Silvia SS, Loss RA, Carvalho JWP, Guedes SF. Avaliação físico-química da casca da banana (*Musa spp.*) in natura e desidratada em diferentes estádios de maturação. *Ciência e Sustentabilidade* 2018 jan.-jun;4(1):5-21.
31. Campo C, Flôres SH, Antonioli LR, Teles CD. Desidratação osmótica de morangos cv. aromas. In: Congresso brasileiro de engenharia química, XX, 2014, Florianópolis, Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. São Paulo: Blucher, 2015. p. 1-8.
32. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 26 dez. 2019 [acesso em 23 out. 2021]. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>
33. Sousa PHM, Maia GA, Souza Filho MSM, Figueiredo RW, Souza ACR. Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa. *Revista Brasileira Fruticultura* 2003 dec;25(3).
34. Landim APM. Desidratação osmótica de banana utilizando soluções de frutooligossacarídeos e xarope de milho em diferentes temperaturas. Seropédica. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2016.
35. Rodrigues LBA. Análises microbiológicas de caju desidratados pelo calor e ação osmótica ao longo do armazenamento. Natal. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2016
36. Aragão PP, Loss RA, Silva S. Avaliação do potencial de utilização de pré-tratamento osmótico na produção de manga desidratada. *Revista Destaques Acadêmicos*, 2017;9(4):161-173.
37. Silva AS, Pedro MAM. Estudo da influência da desidratação osmótica na secagem de fatias de abacaxi. *Revista Unilago*. 2018 [acesso em 18 nov. 2021];1(1):1-11. Disponível em: <http://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/view/100/80>



SEGURANÇA DE ALIMENTOS



Capítulo 42

doi.org/10.53934/9786599539664-42

AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM E DA QUALIDADE DE NÉCTAR DE LARANJA COMERCIALIZADOS EM CURRAIS NOVOS - RN

Geovana Vitória Barbosa de Medeiros ; **Laura Vanessa Borges Paz** ; **Pahlevi Augusto de Sousa** ; **Auriana de Assis Regis** ; **Rafael Souza Cruz** 

**Rafael Souza Cruz* – Email: rafaelsouzacruz123@gmail.com

Resumo: Nas últimas décadas, o mercado brasileiro de bebidas cresceu exponencialmente devido à tendência de aliar o consumo de alimentos práticos e saborosos à uma alimentação saudável. Um dos produtos de maior aceitação nesse mercado, são os néctares de fruta, destacando-se o de laranja, devido ao sabor agradável, alto valor nutricional, teor de vitamina C e efeito antioxidante. O objetivo deste trabalho foi avaliar a rotulagem de diferentes marcas comerciais de néctar de laranja e suas propriedades físico-químicas. O estudo foi realizado com cinco marcas de néctar de laranja, denominadas A, B, C, D e E, comercializados no município de Currais Novos, Rio Grande do Norte. Foram avaliados os parâmetros físico-químicos sólidos solúveis (°Brix) e acidez titulável (%) e comparados pela média e desvio padrão. A avaliação da rotulagem foi realizada por comparação dos rótulos dos produtos com as legislações vigentes. Os resultados físico-químicos dos néctares de laranja variaram entre as marcas com teores de sólidos solúveis variando de 7,26 a 11,56 °Brix e acidez titulável de 4,1 a 13,06 g ácido cítrico/100 mL. Já para a análise de rotulagem nutricional das marcas avaliadas, todas as cinco marcas de néctar apresentaram adequadas quanto às exigências da legislação vigente portanto, as mesmas não apresentam nenhuma restrição para comercialização na Cidade de Currais Novos – RN, cumprindo quase todos os requisitos estabelecidos.

Palavras-chave: qualidade; legislação; bebidas

INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos cada vez mais saudáveis e saborosos tornou-se uma tendência mundial nos últimos anos. De acordo com os dados da Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas (1), o aumento da produção de sucos e néctares à base de frutas no Brasil passou de 140 milhões de litros no ano de 2000 para 1.101.985 milhões em 2017. Com uma demanda crescente por esses produtos, o mercado brasileiro de sucos prontos para beber entrou em franca expansão e investe na produção de bebidas saudáveis e com características próximas das frutas in natura (2; 3; 4).

O néctar é uma bebida não fermentada, obtida da diluição em água potável da parte comestível do vegetal ou de seu extrato, adicionado de açúcares e destinada ao consumo direto (5). A diferença entre o néctar e o suco natural é que o néctar apresenta quantidades menores de suco da fruta e não possui a obrigatoriedade de conservar todas as características originais de um suco integral (6; 7). Nogueira et al. (8), acrescentam

que, por possuir menor conteúdo de suco (ingrediente de maior custo), o preço do néctar é mais acessível, o que influi diretamente a escolha do consumidor e garante o espaço desse produto com qualidade no mercado.

O rótulo dos alimentos é uma das principais chaves para a sua venda e se constitui como a identidade do produto, sendo definido como tudo o que está inscrito, impresso ou gravado no recipiente do alimento (9). Toda e qualquer informação disponível nos rótulos deve respeitar o direito do consumidor à informação clara e adequada sobre os produtos e serviços, com especificação correta de composição, quantidade, características e qualidade, assim como sobre os riscos que possam apresentar à saúde e segurança do consumidor, conforme disposto na lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, do Código de Defesa do Consumidor (3) e com as Resoluções da Diretoria Colegiada (RDCs) nº 259 e 360 de 20 de dezembro de 2002, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (10), que dispõem da presença da informação referentes ao valor energético, proteínas, carboidratos, fibra alimentar, sódio, colesterol, vitaminas e minerais presentes no alimento (11; 12).

No Brasil, o órgão responsável pela fiscalização dos produtos alimentícios e seus respectivos rótulos é a ANVISA, encarregada de atestar a segurança e qualidade da mercadoria (13).

Como representa um elemento que promove a adoção de estilos de vida e práticas alimentares saudáveis, o acesso à informação adequada sobre os alimentos é uma questão de segurança alimentar e nutricional. Objetivou-se com este trabalho avaliar a rotulagem nutricional e a qualidade a partir dos parâmetros físico-químicos de néctares de frutas sabor laranja conforme a legislação vigente (10).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas cinco amostras de néctares sabor laranja de diferentes marcas, em suas embalagens originais de Tetra Pak® (Tetra Brik® Aseptic), adquiridos em supermercados locais da cidade de Currais Novos - RN.

O experimento foi dirigido nos laboratórios de Química e de Alimentos do Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN, campus Currais Novos. Para a realização das análises, as marcas foram separadas em cinco amostras e devidamente identificadas como A, B, C, D e E. As análises físico-químicas para sólidos solúveis e acidez titulável foram realizadas em triplicata a partir de amostras de 50 mL, de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (14) e conforme o Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) da Instrução Normativa nº 12 do MAPA e os resultados foram expressos em média e o desvio padrão (15).

A avaliação da rotulagem foi realizada por meio da comparação das informações nutricionais contidas nos rótulos dos produtos com os parâmetros estabelecidos pelas RDCs nº 259 e 360 (10; 4). Os itens analisados foram: denominação de venda; lista de ingredientes; conteúdo líquido; identificação da origem; nome ou razão social e endereço da empresa; prazo de validade; identificação do lote; número de registro do produto e condições especiais de conservação; declaração de aditivos; termo “contém glúten” ou “não contém glúten”; declaração de percentual mínimo de polpa (40%); informação do termo “adoçado” ou “pronto para beber”; e declaração da quantidade do valor energético e dos carboidratos; proteínas; gorduras totais; gorduras saturadas; gorduras trans; fibra alimentar e sódio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas das 5 amostras de diferentes marcas de néctar de laranja estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados obtidos nas análises físico-químicas

Parâmetros	Amostras				
	A	B	C	D	E
Acidez titulável (g ácido cítrico/100 mL)	4,1 ± 0,00	7,6 ± 0,10	4,46 ± 0,06	8,93 ± 0,11	13,06 ± 0,11
Sólidos solúveis (°Brix)	9,7 ± 0,00	7,26 ± 0,06	7,86 ± 0,06	9,9 ± 0,10	11,56 ± 0,06

*Amostra: sucos de laranja e néctares de cinco marcas comerciais (A, B, C, D e E) **Médias ± desvio padrão. Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em relação ao teor dos sólidos solúveis (°Brix) dos néctares avaliados, houve uma variação de valores entre 7,26 e 11,56 °Brix (Tabela 5). Notou-se que as marcas B e E apresentaram os menores e maiores teores de sólidos solúveis, respectivamente.

Já os teores de acidez titulável presentes nas amostras variaram de 4,1 g a 13,06 g (Tabela 1), sendo que a amostra E apresentou maior acidez titulável.

De acordo com a normativa de qualidade do suco de laranja IN n° 01/2000 (16), o valor mínimo para os sólidos solúveis é de 10,5 °Brix, e o valor mínimo de 7% para a acidez titulável, não especificando os valores máximos. No entanto, a partir dos valores obtidos em análise dos néctares de laranja, apenas a amostra E apresentou resultado que corresponda a normativa, já as amostras B, D e E mostraram-se em equivalência ao valor de acidez titulável.

Oliveira et al. (17) encontraram para o néctar de laranja o valor de sólidos solúveis (SS) de 12,60 °Brix, valor acima de todas as amostras analisadas no presente trabalho, enquanto Lima et al. (18), ao analisarem três marcas de suco de laranja prontos para beber, obtiveram para os sólidos solúveis teores que variaram de 9,6 a 11,0 °Brix.

Teixeira (19) ao estudar vida de prateleira de sucos de laranja, obteve os valores de 10,9 °Brix para sólidos solúveis, 0,70 g de ácido cítrico/100 mL de acidez titulável e 8,6 g de glicose/100 mL de açúcares totais. Frata (20), analisando suco adoçado e néctar de laranja, mensurou a concentração de sólidos solúveis variando de 11,11 a 13,17 °Brix, e acidez titulável variando de 0,38 a 0,67 gramas de ácido cítrico por 100 gramas de produto, valor muito baixo comparado ao presente trabalho.

Das amostras analisadas, três (A, B e C) obtiveram resultados de sólidos solúveis significativamente menores que os observados na literatura. A amostra D mostrou-se em consonância para a acidez titulável. A amostra E apresentou o valor esperado tanto para a análise de sólidos solúveis quanto para a acidez titulável. Apenas o néctar da marca “E” se apresentou em conformidade para a maioria dos parâmetros físico-químicos analisados, enquanto os valores identificados para a marca “C” estão em discordância com os estabelecidos pelos regulamentos do néctar de laranja.

A rotulagem nutricional dos néctares de todas as marcas atendeu às exigências das legislações vigentes, RDCs n° 259/2002 e n° 360/2003 (10; 4) e Instrução Normativa n° 12, de 2003 (16) apresentando todas as informações obrigatórias e estando os nutrientes e seus respectivos valores expostos nos modelos propostos pelas leis.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados relativos à apresentação e distribuição das informações obrigatórias que devem estar contidas nos néctares de laranja:

Tabela 2 - Identificação das amostras e itens obrigatórios da rotulagem segundo a RDC n° 259/2002

Identificação das amostras	A	B	C	D	E
Denominação de venda	C	C	C	C	C
Lista de ingredientes	C	C	C	C	C
Conteúdo líquido	C	C	C	C	C
Identificação da origem	C	C	C	C	C
Nome ou razão social da empresa	C	C	C	C	C
Endereço da empresa	C	C	C	C	C
Prazo de validade	C	C	C	C	C
Identificação do lote	C	C	C	C	C
Número de registro do produto	C	C	C	C	C
Condições especiais de conservação	C	C	C	C	C
Declaração de aditivos	C	C	C	C	C
Declaração de glúten	C	C	C	C	C

Legenda: C – contém; NC – não contém. Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2022).

Em todas as cinco marcas avaliadas, A, B, C, D e E, a rotulagem nutricional do néctar atendeu às exigências da legislação, Resolução da Diretoria Colegiada n° 259, de 2002 (10) apresentando todas as informações obrigatórias necessárias para comercialização do produto.

De acordo com a Portaria do INMETRO n° 157/2002 (21) os produtos pré-medidos que se apresentam sob forma de líquido devem ser comercializados em unidades legais de volume e exprimir o conteúdo líquido na forma de “CONTEÚDO”, “Conteúdo” ou “Volume Líquido”. Esse dado é importante para que o consumidor saiba quanto está pagando por determinada quantidade.

Quanto às informações sobre as condições especiais de conservação do produto, verificou-se que todas as amostras estavam em consonância com a RDC n° 259/2002 (10) indicando os cuidados com a temperatura no armazenamento e tempo máximo para consumo, grafados de forma legível. Essa informação garante a segurança do uso e da ingestão do alimento em determinadas circunstâncias.

As cinco amostras também descreveram a presença de glúten e de aditivos na sua rotulagem, apresentando a denominação dos mesmos segundo instrução das resoluções.

A análise dos itens em acordo as Instruções Normativas n° 12/2003 (16) para néctar de laranja estão dispostas na Tabela 3. Observa-se que as amostras não possuem a declaração quanto ao percentual mínimo da polpa da fruta utilizada na fabricação do alimento.

Tabela 3 - Avaliação de informações contida nos rótulos de néctar de laranja segundo a Instrução Normativa n° 12/2003

Identificação das amostras	A	B	C	D	E
Declaração do percentual de polpa	NC	NC	NC	NC	NC
Presença do termo “adoçado”	C	C	C	C	C
Presença do termo “pronto para beber”	C	C	C	C	C

Legenda: C – contém; NC – não contém. Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2021).

A amostra B, denominada néctar de laranja, apontou 30,0% de suco, estando em desconformidade com a Instrução Normativa n° 42 de 11 de setembro de 2013 (22) do

MAPA, que afirma que o néctar deve conter, no mínimo, 50,0% m/m de suco da fruta. Já a amostra E, identificada como suco de laranja integral, apontou 100% de suco.

Além disso, a Instrução 12 (16) também orienta que, quando o suco for adicionado de açúcares, essa informação deve ser acrescida, utilizando o termo “adoçado” juntamente com o nome do produto. Todas as cinco amostras apresentaram esse termo.

Em todos os néctares, a rotulagem nutricional (Tabela 8) atendeu as determinações da RDC n° 360/2003, estando os ingredientes apresentados unissonantes à resolução.

Tabela 5 - Identificação dos itens obrigatórios da rotulagem segundo a RDC n° 360/2003

Identificação das amostras	A	B	C	D	E
Valor energético (Kcal)	C	C	C	C	C
Carboidratos (g)	C	C	C	C	C
Proteínas (g)	C	C	C	C	C
Gorduras totais (g)	C	C	C	C	C
Gorduras saturadas (g)	C	C	C	C	C
Gorduras trans (g)	C	C	C	C	C
Fibra alimentar (g)	C	C	C	C	C
Forma da tabela	C	C	C	C	C
Informação de medida caseira	C	C	C	C	C

Legenda: C – contém; NC – não contém. Fonte: Elaborado pelo autor deste trabalho (2022).

Já para a análise de rotulagem nutricional das marcas avaliadas, todas as cinco marcas de néctar apresentaram às exigências da legislação, Resolução da Diretoria Colegiada n° 259, de 2002, portanto, as mesmas não apresentam nenhuma restrição para comercialização na Cidade de Currais Novos – RN.

Todas as marcas de néctar atenderam as premissas da RDC n° 360/2003 (4) estando as informações referentes ao valor energético, carboidratos, proteínas, gorduras totais, saturadas, trans e fibra alimentar, seus respectivos valores e modelo de disposição de acordo com a Resolução, predominando o tipo de tabela “vertical A”.

Os fabricantes também indicaram valores referentes às vitaminas nos sucos nas amostras A, C e D, mesmo sendo optativos. A informação “rico em vitamina C” foi observada nas amostras A, B, C e E. Os valores nutricionais foram declarados em porção do alimento e em medida caseira definida pela RDC n° 359/2003 da ANVISA (23) como “200 mL/1 copo”. Apenas a amostra D declarou sua porção como “150 mL/1 copo”.

CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que tal resultado destaca que todas as amostras de néctar atenderam aos requisitos das legislações vigentes, contendo todas as informações obrigatórias, exceto a declaração do percentual de polpa da fruta. Ressalta ainda a indispensabilidade da realização de novas pesquisas na área de bebidas à base de frutas para um maior controle dessa categoria por parte dos órgãos fiscalizadores.

REFERÊNCIAS

1. Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas – ABIR. Néctares e sucos prontos. Brasília (DF); 2017.
2. Carmo MCL, Dantas MIS, Ribeiro SMR. Caracterização do mercado consumidor

- de sucos prontos para o consumo. Campinas: Brazilian Journal of Food Technology. 2014;17:305:309.
3. Machado JGDCF. Estratégias de marketing na indústria de amendoim: um estudo em empresas da Alta Paulista. Taubaté: Latin American Journal of Business Management. 2013;3:21:29.
 4. Brasil. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Brasília (DF). Diário Oficial da União. 26 dez 2003; seção 1:182:143:32.
 5. Pirillo CP, Sabio RP. 100% suco: nem tudo é suco nas bebidas de frutas. Piracicaba: Brasil Hortifruit; 2009.
 6. Nogueira FAM, Sichieri R. Associação entre consumo de refrigerantes, sucos e leite, com o índice de massa corporal em escolares da rede pública de Niterói, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Caderno de Saúde Pública. 2009;27:15:2724.
 7. Tavella A. Rotulagem de alimentos. São Paulo: SENAI (SP) Editora, 2016.
 8. Machado RLP. Manual de rotulagem de alimentos. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos. 2015.
 9. Brasil. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova o regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. Diário Oficial da União. 23 set 2002; seção 1; 181:184.
 10. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Brasília (DF). Diário Oficial da União. 20 set 2002.
 11. Brasil. Decreto-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. Brasília (DF). Diário Oficial da União. 19 mai 2003; seção 1:44.
 12. Lobanco CM., Vedovato GM., Cano C, Bastos DHM. Fidedignidade de rótulos de alimentos comercializados no município de São Paulo, SP. São Paulo: Revista de Saúde Pública. 2009; 43: 499-505.
 13. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Rotulagem de alimentos. 2019.
 14. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos. 4ª ed. (1ª Edição digital). São Paulo: Editora Geral do IAL; 2008.

15. BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa nº 12 de 4 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical; e os Padrões de Identidade e Qualidade dos Néctares. Brasília (DF). Diário Oficial da União. 09 set 2003; seção 1: 182.
16. Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 01 de 07 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco de fruta. Brasília. Diário Oficial da União. 10 jan 2000; seção 1: 179:54.
17. Oliveira TL, Olívio JE, Ferreira LR. Variação da concentração de vitamina C, °Brix e acidez em néctar de laranja em embalagens cartonadas. *Acta Scientiarum. Technology*. 2007; 125:129.
18. Lima V LAG., Mélo EA, Lima LS. Avaliação da qualidade de suco de laranja industrializado. *B. CEPPA*. 2000; 95:104.
19. Teixeira M. Estudos da vida-de-prateleira do suco de laranja concentrado e congelado [dissertação]. Araraquara (SP): Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 2006.
20. Frata MT. Sucos de laranja: abordagem química, física, sensorial e avaliação de embalagens [tese]. Londrina (PR). Universidade Estadual de Londrina; 2006.
21. Brasil. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria INMETRO n. 157, de 19 de agosto de 2002. Aprova o regulamento técnico metrológico, em anexo, estabelecendo a forma de expressar o conteúdo líquido a ser utilizado nos produtos pré-medidos. Brasília (DF). Diário Oficial da União. 20 ago 2002; seção 1: 181:41:42.
22. Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa nº 42 de 11 de setembro de 2013. Altera o art. 3º da Instrução Normativa nº 12, de 04 de setembro de 2003, sobre qualidade de suco de laranja e de uva em néctares e acrescenta o art. 3ºB sobre obrigatoriedade da declaração das quantidades de frutas nos néctares. Brasília (DF). Diário Oficial da União. 12 set 2013; seção 1:177:3.
23. Brasil. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova o regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Brasília (DF). Diário Oficial da União. 26 dez 2003; seção 1:182:251.

Capítulo 43

doi.org/10.53934/9786599539664-43

MOTIVAÇÃO E LIDERANÇA EM AMBIENTES DE SEGURANÇA COLETIVA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO

Ícaro Buregio de Lima *; Ethel Nicole Fernandez Monteilh ; Thayna Ceciliana 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: icaro.buregio@ufpe.br

Este trabalho analisa o conceito de motivação e liderança como forma de garantir o bem-estar, providência, qualidade e segurança na produção de alimentos e de todos os colaboradores de uma empresa, especificamente, de uma unidade de alimentação e nutrição. Dessa forma, foi importante apresentar tópicos imprescindíveis sobre os princípios e a necessidade de haver um bom potencial para ser um porta-voz, saber desenvolver e empenhar um trabalho em equipe. Além disso, abordou-se os tópicos de surgimento da alimentação coletiva, dificuldades encontradas dentro de ambientes de produção de alimentos, motivação e resultados, liderança e autoestima, e motivação. Dessa forma, estes tópicos foram analisados, realizando-se suas respectivas discussões dentro de ambientes de segurança de alimentos em ambientes de alimentação coletiva, assim como outras referências presentes na literatura, no intuito de ampliar o debate sobre este importante tema.

INTRODUÇÃO

A motivação e a liderança são de fato duas qualidades de extrema importância para o objetivo que se tem na hora de ter uma boa gestão de pessoas. A motivação é o que move as pessoas e permite que, todo dia, melhorem sua produtividade. Normalmente as pessoas são motivadas principalmente pelos seus ganhos, mas a gestão de pessoas não é só incentivar com a oferta monetária, mas sim dar oportunidades de oferecer uma qualidade na vida ao trabalhador, oferecer benefícios que o empregado perceba que é uma peça importante em cada trabalho (1).

Da mesma forma, para uma pessoa crescer em uma empresa, deve procurar aprendizado, saber os valores da empresa, ir atrás do que possa torná-lo um líder. Ser um líder torna-se uma pessoa essencial para servir de referência para as outras pessoas, de apoio e de guia; um líder deve ter algumas qualidades que possam dar a essa pessoa, a capacidade de influenciar, de maneira positiva, os outros trabalhadores de uma empresa (2).

Sabe-se que a influência que um líder pode ocasionar nas pessoas afeta diretamente a empresa, sendo que o esforço empregado pelos trabalhadores dá os

resultados e benefícios para a empresa e, desde que seja feito corretamente e cumprindo as regras, destaques positivos se sobressaem tanto para a equipe quanto para a empresa. As motivações são baseadas no que faz bem para os colaboradores da empresa, porque cada aspecto positivo, como remuneração, benefícios sociais, condições físicas e psicológicas tem uma consequência de ganância para todo o empregador e o empregado (3).

Visto isso, este trabalho teve como objetivo expandir o debate sobre motivação e liderança dentro das Unidades de Alimentação e Nutrição (UANs) e a influência do perfil de liderança sobre os subordinados.

SURGIMENTO DA ALIMENTAÇÃO COLETIVA

Atualmente, no Brasil, pelo menos um quinto das refeições consumidas são realizadas no ambiente externo ao doméstico. Este fato foi intensificado pelo processo de industrialização da sociedade, pelas respectivas revoluções industriais, que, além de manter os indivíduos por longos períodos fora de suas casas, fazendo com que tivessem que se alimentar de forma coletiva em ambientes próximos as indústrias, favoreceu a entrada da mulher no mercado de trabalho, dando início a modificação da estrutura de produção alimentar no ambiente residencial (1).

Neste sentido, logo foram necessárias a criação de unidades especializadas em alimentação coletiva. Visto a necessidade de alimentar grandes massas de indivíduos de forma simultânea, as Unidades Produtoras de Refeições surgiram no intuito de organizar, de forma eficiente e higiênica, a produção de alimentos. Também chamadas de UPRs, estes centros de produção incluem em sua classificação serviços de alimentação a coletividades sadias e enfermas, lanchonetes, serviços de buffets, serviços de alimentos congelados e serviços de alimentação escolar (4).

PROBLEMAS COMUNS DENTRO DAS UANS

Existem vários riscos ocupacionais dentro de uma UAN, como a temperatura, o barulho, entre outros. Esses riscos físicos e alguns outros devem ser avaliados para oferecer segurança e um ambiente de trabalho que não propicie um desgaste psicológico, físico ou mental para os trabalhadores (5).

Quando se trabalha em condições desfavoráveis, com falta de equipamento ou com o equipamento que não é adequado ao objetivo, expõe o trabalhador a riscos maiormente físicos, que tem um efeito direto com o resultado que se obtém para a empresa e o ambiente trabalhista (6).

Também, dentro das UANs se encontram, usualmente, riscos que podem ocasionar acidentes, isso acontece porque usualmente tem muita movimentação dentro, por falta de espaço ou falta de planejamento para, além disso muitas situações de risco são ocasionadas por falta de informação do pessoal ou falta de experiência para utilização

dos equipamentos. Muitas vezes, a falta de EPIs pode ser uma situação perigosa que acarreta a consequências graves, se enquadrando dentro de várias situações que levam para um trabalho inadequado. Deve se ter o objetivo de evitar este tipo de acidentes através de certas técnicas, como treinamento adequado, EPIs adequadas para cada ação a ser feita (7).

MOTIVAÇÃO E RESULTADOS

É importante analisar a figura dos líderes no que diz respeito a como eles delegam as tarefas com o intuito de motivar seus subordinados, porque para se atingir as metas desejadas, é preciso, além de dominar as técnicas e desempenhar da melhor forma o seu papel, também estabelecer relações com os liderados para verificar se eles estão amistosos e envolvidos a executarem suas tarefas, para que assim se saiba quais são suas necessidades e em que nível de eficácia os empregados estão retribuindo com suas ações.

Por isso, a inovação, a busca por melhorias, a visão ampliada sobre como estar sempre trazendo novas experiências e aprendizados podem ajudar nesse processo de motivação e melhora do rendimento. Neste sentido, os responsáveis por uma UAN precisam usar todas as ferramentas disponíveis para realizar o seu trabalho porque o desenvolvimento dos trabalhadores ajuda a alcançar os objetivos de forma plena (8).

A denominada "A Teoria NPI", indica que a motivação é maximizada quando as pessoas conseguem ver claras conexões entre os seus esforços e os produtos comportamentais ou os resultados destes esforços, quando há claras conexões percebidas entre os resultados alcançados pelas pessoas e suas avaliações, e quando há claras conexões entre estas avaliações e os resultados obtidos (9).

Assim, dentro de UANs, o resultado também é visto pela satisfação ou não dos clientes e afins, logo, funcionários desmotivados e não comprometidos como deveriam com seu trabalho, podem não trazer bons resultados tanto para eles, como para a empresa. Por esse motivo, com a motivação, desde os setores mais baixos até os cargos mais altos em uma unidade de alimentação, a produtividade é melhorada, assim como o fornecimento das refeições aos devidos clientes, assim como a produção é administrada de forma coerente. A UAN é uma unidade com considerável volume de produção e pode ser um local de desenvolvimento do interesse na administração de programas que possam contribuir para a melhoria do trabalho, tanto em termos de produtividade quanto de motivação do pessoal (10).

Sob esse pensamento, podemos ver que o estudioso Abraham Maslow concebeu uma hierarquia sobre as necessidades humanas e, nota-se que sua teoria é oposta ao taylorismo, mostrando que os aspectos e as necessidades do relacionamento social, reconhecimento de trabalho, auto-realização, também são parte da motivação para trabalhar, e em vista disso, se vê que o taylorismo não consegue manter sua alta produtividade por muito tempo quando negligência fatores como a motivação dos trabalhadores para que assim se alcance os resultados que planejaram (11).

LIDERANÇA

A liderança é um estado em que um indivíduo com determinadas habilidades e outras disposições, se destaca sobre outros, sendo essa liderança feita de diferentes maneiras e fundamentos e, por isso, influenciando diferentemente em como um líder atua sobre sua equipe de liderados. Além disso, a influência que o líder tem em uma sobre o pessoal, é fonte de uma opinião e atitude chave esperada por eles, para que assim, haja a promoção da qualidade do trabalho em grupo, satisfação, para que tenha também alguém que guie e auxilie no que for necessário e promova o bem-estar e, conseqüentemente, o aumento da produtividade e motivação para fazer o que se faz. Para que se tenha todos os fatos comentados anteriormente, é necessário não apenas ser um líder, mas saber ser um, pois é essencial para as demais funções que ele guia, e sabendo administrar e inspirar os outros, vai existir as realizações, cumprimento de metas e objetivos que foram estimadas, trabalhadas e motivadas a serem cumpridas (3).

O sentimento de pertencimento à instituição leva os colaboradores a enxergar nos gestores a sua liderança, de forma a inspirar a equipe a produzir refeições garantindo a qualidade e a segurança necessárias. É neste sentido que o gestor de uma UAN precisa ter o papel de manter a equipe unida, em comunicação, trocando ideias, garantindo a participação de todas e, somado a isso, motivados e inspirados a produzir e se desenvolver dentro da instituição que estão empregados (3)(12).

A partir disso, a gestão do pessoal, além das estratégias de grupo criadas e utilizadas para que sejam eficazes, poderá garantir competências profissionais indispensáveis nas diversas funções, além de estabelecer um ambiente de trabalho controlado, saudável, comprometido com a empresa e seus valores, com pessoas lideradas, sabendo lidar com conflitos, transmitindo segurança e contribuindo para o crescimento geral. Assim como a liderança passada pelo gestor na UAN pode gerar sensação de segurança, comunidade e engajamentos dos profissionais, seu senso de resolução de problemas de forma ética, habilidade em educar e passar conhecimento técnico e a forma como lida com os conflitos do dia a dia são características vistas como essenciais tanto pelos próprios nutricionistas como pelos colaboradores que com ele trabalham (13).

AUTOESTIMA E MOTIVAÇÃO

Como afirma Thiry-Cherques, não podemos ignorar que o fator recursos humanos tem um componente comportamental/motivacional, diretamente ligado aos aspectos culturais (crenças e valores), que é decisivo no desempenho dos indivíduos dentro de uma organização. Em outras palavras, a qualidade de vida do trabalhador dentro e fora da empresa interfere na sua performance, ou seja, na sua produtividade. As características do ambiente de trabalho refletem, de maneira expressiva, nas qualidades do trabalhador e no resultado do seu trabalho, pois o local de trabalho deve ser sadio e agradável, proporcionando o máximo de proteção, sendo o resultado de fatores materiais ou

subjetivos, e deve prevenir acidentes, doenças ocupacionais, além de proporcionar melhor relacionamento entre a empresa e o empregado. Para muitos, a própria rotina e alienação que o trabalho promove, acabam por caracterizá-lo como um simples meio de sobrevivência. Nessa interpretação sobre o trabalho, é desprezado e desconsiderado as expectativas, os sentimentos, a motivação e a qualidade de vida dos colaboradores nas organizações, o que acaba refletindo negativamente em sua autoestima e no seu desempenho na instituição empregadora (14).

Sendo assim, é necessário observar a situação da autoestima dos trabalhadores, ressaltando-se sobre como promover a abordagem da qualidade de vida e saúde é um propósito a ser seguido e tratado como uma das principais pautas, pois é intimamente relacionado com a satisfação dentro da empresa e implica na execução das tarefas. A qualidade de vida nas organizações, bem como a motivação e satisfação do colaborador com sua atividade laboral são estratégias que devem ser utilizadas pelas organizações a fim de se obter maiores níveis de produtividade, levando-se sempre em consideração que o fator mais importante empregado no setor produtivo é o humano (15)(16).

CONCLUSÕES

Neste sentido, fica evidente, portanto, a importância da liderança e da motivação para melhora da eficiência e qualidade do trabalho dentro das Unidades de Alimentação e Nutrição. Viu-se também que, embora exista uma considerável incidência de problemas relacionados a ao trabalho dentro de unidades de UANs, a presença de um líder no intuito de coordenar as ações, motivar os recursos humanos e direcionar as tarefas no momento certo é de extrema necessidade, e de caráter indispensável para o bom funcionamento da unidade.

REFERÊNCIAS

1. dos Santos¹, M., & Buccioli, P. T. (2019). Motivação e liderança em Unidades de Alimentação e Nutrição. *Revista Ciências Nutricionais Online*, 3(1), 39-45.
2. de Oliveira, B. V., & Molina, V. B. C. (2021). Gestão de pessoas em unidade de alimentação e nutrição. *Revista Multidisciplinar da Saúde*, 3(2), 24-36.
3. Sartor, J., & Alves, M. K. (2019). Percepção do perfil de liderança do nutricionista gestor em unidades de alimentação e nutrição. *Saúde e Desenvolvimento Humano*, 7(3), 13-19.
4. Monteiro, M. A. M. (2009). Importância da ergonomia na saúde dos funcionários de unidades de alimentação e nutrição. *Revista Baiana de Saúde Pública*, 33(3), 416-416.
5. Dias, G. N., Aires, I. O., de Sousa, F. R. O., Araújo, M. C., Moura, A. C. C., Lima, S. M. T., ... & Revoredo, C. M. S. (2020). A importância da ergonomia em

- unidades de alimentação e nutrição: Uma revisão integrativa. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, (38), e1680-e1680.
6. ARAÚJO, D. G. D. S. (2019). *CONDIÇÕES DE TRABALHO EM UNIDADES DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO: UMA REVISÃO* (Master's thesis).
 7. Velasco, J. C., & Molina, V. B. C. (2020). Condições de trabalho, saúde e segurança dos colaboradores das unidades de alimentação e nutrição. *Revista Multidisciplinar da Saúde*, 2(3), 16-31.
 8. Maluf, A. H. S. (2003). Avaliação do nível de satisfação de operadores de uma unidade de alimentação e nutrição hospitalar.
 9. Santana, A. M. C. (2002). A produtividade em unidades de alimentação e nutrição: aplicabilidade de um sistema de medida e melhoria da produtividade integrando a ergonomia.
 10. de Sousa, D. R. R. (2019). Relacionamentos interpessoais em equipes de Unidade de Alimentação e Nutrição. *Nutrição Brasil*, 18(1), 7-12.
 11. Antunes, M. T., & Dal Bosco, S. M. (2020). *Gestão em Unidades de Alimentação e Nutrição da Teoria à Prática*. Editora Appris..
 12. Wermuth, K., & Silveira, J. T. (2018). *COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DESENVOLVIDAS POR ESTUDANTES DE NUTRIÇÃO NA ÁREA DE ALIMENTAÇÃO COLETIVA*. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 10(1).
 13. Medeiros, A. C. B. D. (2019). *Competências profissionais do nutricionista para atuação em gestão da alimentação coletiva: percepção dos nutricionistas gestores de restaurantes universitários* (Bachelor's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).
 14. Miranda, L., & Almeida, L. (2009). As metas acadêmicas como operacionalização da motivação do aluno. *ETD-Educação Temática Digital*, 10, 36-61.
 15. Silva, P. O. D., & Gentil, C. (2020). *A INFLUÊNCIA DOS RECURSOS HUMANOS NOS FATORES QUE LEVAM A MOTIVAÇÃO HUMANA NO AMBIENTE ORGANIZACIONAL*.
 16. Ferreira, C. A., de Lima, V. S., & Aguiar, L. P. (2020). Condições higiênicas sanitárias dos serviços de alimentação no Brasil: uma revisão integrativa. *Research, Society and Development*, 9(10), e499108156-e499108156..

Capítulo 44

doi.org/10.53934/9786599539664-44

AVALIAÇÃO DE PARAMETROS DE ADULTERAÇÃO EM LEITE UHT COMERCIALIZADOS EM UMA REDE DE SUPERMERCADOS DA CIDADE SÃO LUÍS – MA

Victor Nunes Paiva ; Maria da Glória Almeida Bandeira ; Audirene Amorim Santana ; Djavania Azevêdo da Luz *

**Autor correspondente (Corresponding author) – Email: djavania.luz@ufma.br*

Resumo: O leite apresenta-se como um dos alimentos mais completos presente na dieta do homem, por ser um alimento de alto valor nutritivo, fornecendo grande quantidade de nutrientes, vitaminas, proteínas, carboidratos, gorduras e minerais como o cálcio, tendo elevado valor biológico, o que facilita o seu aproveitamento pelo organismo. No entanto, um dos problemas mais graves e preocupantes são as diversas adulterações que podem ocorrer durante o processamento industrial de leites pasteurizados e que ocasionam riscos à saúde dos consumidores. Partindo deste contexto, optou-se por investigar uma possível ocorrência de fraudes em duas marcas de leite UHT (Integral e Semidesnatado), para averiguação da qualidade deste produto em amostras comercializadas em uma rede de supermercados da cidade de São Luís – MA. A parte metodológica e experimental foi voltada para os seguintes testes de detecção: amiláceo (amido), urina, nitrato, sacarose e água oxigenada. Os resultados encontrados mostraram-se satisfatórios, pois os testes realizados apresentaram-se negativos para todas as amostras analisadas, indicando que as marcas de leite UHT estudadas, para estes parâmetros específicos não se encontravam contaminadas.

Palavras-chave: leite UHT; qualidade; fraudes

INTRODUÇÃO

A qualidade do leite consumido é uma constante inquietação dos técnicos e autoridades ligados à área de saúde e laticínios bem como dos consumidores. Um dos problemas mais graves são as diversas fraudes que causam prejuízos econômicos, riscos à saúde dos consumidores e, às vezes, problemas para as indústrias, como a diminuição do rendimento industrial. Muitos alimentos estão sujeitos às fraudes, mas o leite é um dos mais comumente fraudados (1).

Atuando na fiscalização dentro de toda a etapa de produção, desde a ordenha, passando pelo transporte, industrialização e até a expedição, o órgão responsável por fiscalizar a qualidade do leite é o serviço de inspeção, vinculado ao Ministério da Agricultura, o MAPA (2).

Por ser um alimento com grande valor nutritivo, a pesquisa de fraudes é obrigatória para o leite (3) e se houver falhas no controle realizado pela indústria, o leite

ultrapasteurizado ou UHT (*Ultra High Temperature*) expõe o consumidor ao produto adulterado (4).

A fraude mais comum é a adição de água ao leite bem conhecida no mundo todo (5), mais esse produto sofre com a adição de outros componentes mais complexos.

Assim como a água outras técnicas são usadas para dar volume como a adição da urina da vaca ao leite ou modificar características organolépticas como cor, odor, textura e sabor, mascarando a acidez da fermentação microbiana e para tentar encobrir a adição de água. Há também alterações no pH e o controle de micro-organismos para tentar manter a validade do leite buscando burlar o consumidor e receber bonificações em sistemas de pagamentos por qualidade (6).

Os testes físico-químicos selecionados para as análises são ferramentas importantes para investigação de possíveis desvios em sua composição causados ou pelo mau processamento, ou intencionalmente para aumento do volume e maior lucro ou por correções de alterações na composição do leite (7).

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) estabelece como fraudado, adulterado ou falsificado o leite que: 1) for adicionado de água; 2) tiver sofrido subtração de qualquer dos seus componentes, exceto a gordura nos tipos “C” e “magro”; 3) for adicionado de substâncias conservadoras ou quaisquer elementos estranhos à sua composição; 4) for de um tipo e se apresentar rotulado como de outro de categoria superior; 5) estiver cru e for vendido como pasteurizado; 6) for exposto ao consumo sem as devidas garantias de inviolabilidade (8).

Todas essas ações ilícitas visam o aumento do rendimento do leite ou mascarar a qualidade de um tipo determinado de leite, como exemplo o leite ácido, que é sinônimo de leite de má-qualidade e com altíssima carga de bactérias e, quando nessas condições, o leite é impróprio e prejudicial para o consumo e tem a comercialização proibida (9).

A adição de substâncias fraudadoras é quase sempre feita de forma ardilosa, isto é, tenta-se recompor o leite de forma artificial, o que dificulta sua constatação (10).

No Brasil, vários casos de adulteração em leites e seus derivados já foram detectados e divulgados pela mídia. A Tabela 1 demonstra alguns desses casos entre os anos de 2007 e 2018 (11).

Tabela 11 – Alguns casos de adulteração / fraude detectado em leites e seus derivados divulgados na mídia entre os anos 2007 e 2018.

Produto	Ano	Adulteração / Fraude	Estado
Leite em pó	2018	Adição de soro e açúcar	Minas Gerais
Leite pasteurizado	2018	Adição de água	Rio de Janeiro
Leite e derivados	2017	Adição de água e solutos no leite cru, leite UHT integral, creme de leite para fabricação de queijo	Rio Grande do Sul
Leite in natura	2016	Adição de água	Mato Grosso
Queijo	2016	Adição de Amido de milho e leite impróprio para o consumo	Rio Grande do Sul
Leite in natura	2015	Adição de soda caustica (hidróxido de sódio) e de peróxido de hidrogênio (água oxigenada)	Santa Catarina

Leite UHT	2014	Adição de água, soda caustica, água oxigenada, urina, álcool etílico, sacarose e ácido láctico	Pernambuco
Leite UHT	2013	Adição de formol	Paraná
Leite in natura	2012	Adição de água sem tratamento e soda caustica	Paraíba
Leite UHT	2010	Adição de amido e água	Rio Grande do Sul
Leite UHT	2010	Adição de soro, proveniente do processamento de queijo	São Paulo
Leite UHT	2010	Adição de soro, proveniente do processamento de queijo	Amazonas
Leite UHT	2010	Adição de soro, proveniente do processamento de queijo	Sergipe
Leite em pó	2008	Adição de soro e açúcar	Paraná
Leite UHT	2007	Adição de soda caustica e peróxido de hidrogênio	Minas Gerais

Fonte: Adaptado de Castro (11).

Logo não se pode deixar de levar em consideração que adulterações/fraudes em alimentos é um risco para a saúde pública, principalmente em relação ao seu valor nutricional. Em muitos casos, o adulterante pode ser uma substância inofensiva – possivelmente um outro ingrediente alimentar. No entanto, se forem adicionados adulterantes não convencionais inesperados ou em maior quantidade que o permitido pela legislação vigente, estes poderão trazer sérias consequências para a saúde dos consumidores.

É notório que produtos químicos e outros contaminantes utilizados como adulterantes no leite têm uma ampla gama de efeitos agudos e crônicos na saúde. A adição de cloreto de sódio (sal comum) no leite pode ser problemática para aqueles que têm hipertensão, problemas cardíacos, doenças renais ou hepáticas crônicas. Se o leite é adulterado com açúcar, isso pode contribuir para problemas nos diabéticos pela elevação dos níveis de açúcar no sangue. A adição de água ao leite diminui seu valor nutricional (11).

O formol é altamente tóxico para humanos em pequenas quantidades e é classificado como carcinogênico. Sua ingestão pode induzir intoxicação aguda, causando irritação, dermatite, dores de cabeça, tonturas, lacrimejamento dos olhos, espirros e tosse, e até mesmo o desenvolvimento de asma alérgica. O peróxido de hidrogênio danifica as células gastrointestinais, que podem levar à gastrite, inflamação do intestino e diarreia sanguinolenta (11).

Alguns detergentes podem causar intoxicação alimentar e complicações gastrointestinais. O cloro causa baixa pressão arterial, náusea, vômito e dor abdominal. A presença de ureia pode causar graves problemas de saúde humana, como visão prejudicada, diarreia e mau funcionamento dos rins (11).

Baseado neste contexto, o trabalho proposto teve como principal objetivo investigar uma possível ocorrência de fraudes em leites integrais e semidesnatados UHT a partir de amostras comercializadas em uma rede de supermercados da cidade de São Luís – MA, para averiguação da qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta das amostras de leite UHT

As amostras de leite UHT comercial foram adquiridas em uma rede de supermercados de grande porte da cidade de São Luís - MA, a escolha das marcas teve início das que estavam em maior quantidade dispostas nas prateleiras, por não serem comercializadas com maior frequência que as demais, provavelmente, por serem marcas pouco divulgadas nas mídias.

Destas foram escolhidas duas marcas (A e B) de leite UHT integral e semidesnatado, de lotes diferentes, totalizando 10 amostras de leite integral e 10 amostras de leite semidesnatado, sendo 5 amostras para cada tipo de leite. Essas foram selecionadas de forma aleatória, e transportadas até o Laboratório do Programa de Controle de Qualidade de Águas e Alimentos (PCQA), da Universidade Federal do Maranhão, para posteriores análises propostas.

Análises para identificação de adulterações no leite comercial integral e semidesnatado.

As análises indicativas de adulterações realizadas neste trabalho foram exclusivas para detectar a presença de: amiláceo (amido), urina, nitrato, sacarose e água oxigenada, seguindo-se a metodologia qualitativa sugerida na literatura (12), com algumas adaptações, descritas a seguir:

Testes para detectar presença de amiláceo (amido)

Transferiu-se 10 mL de leite líquido de cada amostra para tubos de ensaio com auxílio de uma pipeta graduada, aqueceu-se até ebulição em banho-maria e deixou-se por 5 minutos. Esfriou-se em água corrente e adicionou-se 20 mL de água destilada e 3 gotas de água iodada a 1% e observou-se a coloração produzida.

Testes para detectar presença de urina

Transferiu-se 10 mL de leite líquido de cada amostra para tubos de ensaio com auxílio de uma pipeta graduada, em seguida, adicionou-se 5 mL de ácido clorídrico (P.A), mais 5 mL de álcool absoluto (P.A) e por fim adicionou-se de 8 a 9 gotas de ácido nítrico (P.A), homogeneizando-se lentamente e observou-se a coloração produzida.

Teste para verificação da presença de nitrato

Em tubos de ensaio foi adicionado 2 mL de leite líquido de cada amostra com o auxílio de uma pipeta graduada, e mais com 2 mL de ácido sulfúrico (P.A) e gotas de formol (P.A) em cada tubo individualmente, homogeneizou-se e observou-se a coloração produzida.

Teste para verificação da presença de sacarose

Em tubos de ensaio de 50 mL, transferiu-se 5 mL de leite líquido de cada amostra com o auxílio de uma pipeta graduada, a eles adicionou-se mais 2 mL de ácido clorídrico

(P.A.). Agitou-se lentamente e aqueceu-se em banho-maria por 3 minutos e então o resultado foi observado.

Teste para verificação da presença de água oxigenada

Em tubos de ensaio, transferiu-se 5 mL de cada amostra de leite e aqueceu-se em banho-maria a 45 °C por 5 minutos, para ativação da enzima. Depois acrescentou-se 2 mL de ácido clorídrico (P.A.) e 1 gota da solução de formol a 10% em cada tubo de ensaio e então o resultado foi observado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises nas amostras de leite UHT podem ser observados nas tabelas 2, 3, 4 e 5, respectivamente, correspondentes as marcas A e B, de leite integral e semidesnatado, as quais serão discutidas posteriormente, para cada caso em estudo.

Tabela 2: Resultado das análises do leite integral da Marca A.

Marca A	Amido	Urina	Nitrato	Sacarose	Água oxigenada
Lote 1	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 2	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 3	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 4	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 5	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fonte: Os autores.

Tabela 3: Resultado das análises do leite integral da Marca B.

Marca B	Amido	Urina	Nitrato	Sacarose	Água oxigenada
Lote 1	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 2	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 3	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 4	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 5	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fonte: Os autores.

Tabela 4: Resultado das análises do leite semidesnatado da Marca A.

Marca A	Amido	Urina	Nitrato	Sacarose	Água oxigenada
Lote 1	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 2	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 3	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 4	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 5	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fonte: Os autores.

Tabela 5: Resultado das análises do leite semidesnatado da Marca B.

Marca B	Amido	Urina	Nitrato	Sacarose	Água oxigenada
Lote 1	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 2	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 3	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 4	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Lote 5	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fonte: Os autores.

Identificação de Amido

Entende-se como positivo, ou seja, com presença de amiláceo, o leite que apresentar uma coloração azul, após ser submetido ao teste para a detecção deste componente. Se seu aspecto não variar, o resultado é negativo.

De acordo com os resultados coletados conclui-se a partir das tabelas 2, 3, 4 e 5 que em todas as análises feitas tanto da marca A quanto da marca B, o leite integral e o leite semidesnatado não possuíam amido na sua composição. A Figura 1 ilustra o resultado para esta análise.



Figura 1: Resultados da análise para identificação de amido em algumas amostras.
Fonte: Os autores.

Identificação de Urina

A coloração rosa violácea durante a análise para detecção de urina no leite indica um teste positivo. Para atender aos requisitos de qualidade desta análise o leite não deve apresentar alteração em sua cor (13).

De acordo com as tabelas 2, 3, 4 e 5 os resultados obtidos apresentaram-se negativos para a presença de urina. A Figura 2 ilustra o resultado para esta análise.

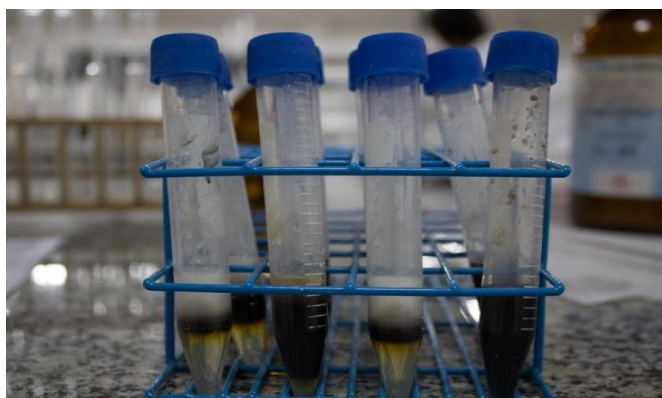


Figura 2: Resultados da análise para identificação de urina em algumas amostras.
Fonte: Os autores.

Identificação de Nitrato

A interpretação desta análise dá-se pela presença ou não de anéis de coloração azul no leite. Se o aspecto do leite mudar o resultado será positivo, caso permaneça sem a referida alteração o resultado será negativo (13).

Das amostras analisadas todas estavam de acordo com a determinação para esta prova, ou seja, tiveram resultado negativo, como se pode verificar nas tabelas 2, 3, 4 e 5, já que não foi verificada a presença de anéis de coloração azul nas amostras de leite coletado. A Figura 3 ilustra o resultado para esta análise.



Figura 3: Resultados da análise para identificação de nitrato em algumas amostras.

Fonte: Os autores.

Identificação de Sacarose

Para se avaliar a integridade e qualidade do leite, isto é, sem a existência de sacarose, não pode haver alteração na sua coloração normal para avermelhada. Logo, a composição de leite afetada pode ser derivada de ações fraudulentas (14).

Analisando os resultados, nota-se que estes atendem aos requisitos de classificação da qualidade do leite para esta prova uma vez que de acordo com as tabelas 2, 3, 4 e 5 todos os resultados foram negativos. A Figura 4 ilustra o resultado para esta análise.

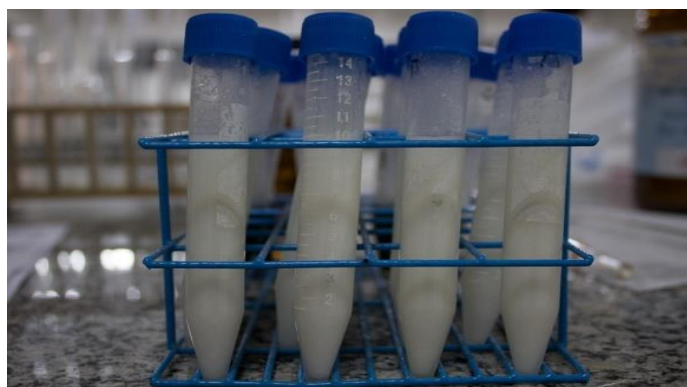


Figura 4: Resultados da análise para identificação de sacarose em algumas amostras.

Fonte: Os autores.

Identificação de Água oxigenada

A composição do leite é afetada, ou seja, é constatada a presença de água oxigenada no leite se este apresentar coloração na tonalidade violácea (13). A peroxidase, ao hidrolisar o peróxido de hidrogênio liberou oxigênio, o qual transformou o guaiacol da sua leucobase para a forma corada, obtendo-se o resultado negativo.

Os resultados obtidos nestas análises foram negativos pelo fato de todas as amostras não apresentarem alteração, portanto, com base nas tabelas 2, 3, 4 e 5 todas as amostras de leites analisadas estavam dentro da normalidade para consumo humano. A Figura 5 ilustra o resultado para esta análise.



Figura 5: Resultados da análise para identificação de água oxigenada em algumas amostras.
Fonte: Os autores.

CONCLUSÕES

No presente trabalho após a realização de todas as análises laboratoriais propostas, com o intuito de detectar fraude em alguns lotes de leite UHT integral e semidesnatado comercializados em uma rede de supermercados da cidade de São Luís – MA, apresentaram resultados negativos em todas as amostras para os testes de: amiloáceo (amido), nitrato, urina, sacarose e água oxigenada. Assim sendo, concluiu-se que dentre as metodologias qualitativas de detecção de fraudes testadas, as mesmas foram satisfatórias, com a ressalva de que outras substâncias que também podem caracterizar adulteração e/ou contaminação não foram analisadas por limitação de reagentes e equipamentos disponíveis.

REFERÊNCIAS

1. Abrantes MR, Campelo CS, Silva JBA. Fraude em leite: Métodos de detecção e implicações para o consumidor. Revista do Instituto Adolfo Lutz. [Internet]. 2014 [acesso em 08 mai. 2021]; 73(3): 244-51. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/insitoadolfolutz/publicacoes/rial/rial73_3_completa/artigos-separados/1611.pdf.
2. Fagnani R. Principais fraudes em leite. [Internet]. 2016 [Acesso em 19 jul. 2019]. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/rafael-fagnani/principais-fraudes-em-leite-100551n.aspx>.
3. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 30 dez. 2011. Seção 1.
4. Mareze J, Marioto LRM, Gonzaga N, Daniel GC, Tamanini R, Beloti V. Detecção de adulterações do leite pasteurizado por meio de provas oficiais. Semana: Ciências Biológicas e da Saúde. 2015; v. 36, n. 1Supl, 283-290.

5. Mabrook MF, Darbyshire AM, Petty MC. Quality control of dairy products using single frequency admittance measurements. *Measurement Science and Technology*, Bristol. 2006; v. 17, n. 2, 275- 280.
6. Viotto WH, Cunha CR. Teor de sólidos do leite e rendimento industrial. In: Albenones JM, Durr JW, Coelho KO. (Ed.) *Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil*. 1 ed. Goiânia: Talento, 2006.
7. Pereira FR. A investigação da qualidade do leite como ferramenta de estímulo no aprendizado de conceitos físico-químicos no ensino médio. Monografia (Licenciatura em Química) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte [Internet]. 2008. [acesso em 23 de set. de 2021]. Disponível em: <http://www.cecimig.fae.ufmg.br/wpcontent/uploads/2008/12/a-investigacao-da-qualidade-do-leite-como-ferramenta-deestimulo-no-aprendizado-de-conceitos-fisico-quimicos-no-ensino-medio.pdf>
8. BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto n. 30.691, de 29 de março de 1952, alterado pelos Decretos n.ºs. 1255, de 25 de junho de 1962, n. 1236, de 2 de setembro de 1994, n. 1812, de 8 de fevereiro de 1996, e n. 2.244, de 4 de junho de 1997. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal-RIISPOA. Brasília, DF, 1997.
9. Martins, MF, Santos, ASO, Meurer VM, Furtado MAM, Egito AS, Pinto ISB, et al. Fraude no Leite: Leite de qualidade x Qualidade de vida. Associação Brasileira dos Criadores de Girolando. Ano XV. N.º 88, Janeiro/Fevereiro de 2013.
10. Santos MV, Fonseca LFL. Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite. Barueri, SP: Manole, 2007.
11. Castro MT. Fraudes no leite: riscos para a segurança dos alimentos e para saúde pública. 2019. [acesso em 20 de abr. de 2021]. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/fraudes-leite-saude-publica-e-seguranca-de-alimentos/>
12. _____. Instrução Normativa n.º 68 de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos Laboratórios Nacionais Agropecuários. Diário Oficial da União, Brasília, 14 dez. 2006. Seção 1, p. 8.
13. Coelho DT, Rocha, JAA, Práticas de processamento de produtos de origens animal. Caderno Didática n.º 49. Universidade Federal de Viçosa. 1999.
14. Scherer T. Verificação Quantitativa dos Métodos Qualitativos Oficiais Para Detecção De Fraude Em Leite. [Monografia apresenta ao curso de Química Industrial], do Centro Universitário UNIVATES Lajeado, dezembro 2015. [acesso em 15 de Ago. de 2019]. Disponível em:

<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1002/1/2015TamaresScherer.pdf>

ISBN 978-659953966-4



9

786599

539664



Agron Food Academy
agronfoodacademy.com