

6°ECTAL 2023



6º Encontro de Ciência e Tecnologia de Alimentos
6 a 8 de Dezembro - Garanhuns, Pernambuco



EDITORA

AGRON FOOD
ACADEMY

Desenvolvimento Sustentável através da Gestão da Qualidade na Produção de Alimentos

COLETÂNEA DE TRABALHOS PUBLICADOS NO 6° ECTAL

ORGANIZADORES

**GERLA CASTELLO BRANCO CHINELATE
RAIMUNDO BERNADINO FILHO
ALBERTO EINSTEIN PEREIRA DE ARAUJO
SUZANA PEDROZA DA SILVA
LUCIA RAQUEL RAMOS BERGER**

ORGANIZADORES

GERLA CASTELLO BRANCO CHINELATE
RAIMUNDO BERNADINO FILHO
ALBERTO EINSTEIN PEREIRA DE ARAUJO
SUZANA PEDROZA DA SILVA
LUCIA RAQUEL RAMOS BERGER

EDITOR-CHEFE EDITORA AGRON FOOD ACADEMY

Jackson Andson de Medeiros

REVISÃO FINAL

Jackson Andson de Medeiros



Venda
proibida



Open
access



Revisado por pares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Desenvolvimento Sustentável através da Gestão da
Qualidade na Produção de Alimentos [livro eletrônico]
organização: GERLA CASTELLO BRANCO CHINELATE,
et al. -- Jardim do Seridó, RN :
Agron Food Academy, 2024. PDF

Vários autores.

Bibliografia.
ISBN 978-65-85062-13-8

1. Alimentos 2. Ciência 3. Tecnologia I. CHINELATE, GERLA
CASTELLO BRANCO II. BERNADINO FILHO, RAIMUNDO III.
ARAUJO, ALBERTO EINSTEIN PEREIRA IV. SILVA, SUZANA
PEDROZA V. BERGER, LUCIA RAQUEL RAMOS.

23-181027

CDD-664

Índices para catálogo sistemático:

1. Tecnologia de alimentos 664

 doi.org/10.53934/20243

978-65-85062-13-8

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

COMISSÃO AVALIADORA

**ANDRÉA GALINDO CARNEIRO ROSAL
ANDRELINA MARIA PINHEIRO SANTOS
ANTONIO HUMBERTO
CARLOS ALBERTO FRAGOSO DE SOUZA
DANIELLA CARLA NAPOLEÃO
ELIZABETH SAMPAIO DE MEDEIROS
EMMANUELA AZEVEDO
GABRIELA VALONES RODRIGUES DE ARAÚJO GOMES
GERLA CASTELLO BRANCO CHINELATE
IRIS BARBOSA DE SOUZA
KELVI WILSON EVARISTO MIRANDA
LÚCIA RAQUEL RAMOS BERGER
LUCIANA LEITE DE ANDRADE LIMA ARRUDA
MARIA DO CARMO DE ALBUQUERQUE BRAGA
MARILENE DA SILVA LIMA
MARTESON CAMELO
NATÁLIA FERRÃO CASTELO BRANCO MELO
RAIMUNDO BERNADINO FILHO
RODRIGO LIRA DE OLIVEIRA
SERGIO FRANCISCO TAVARES DE OLIVEIRA MENDONCA
SUZANA PEDROZA DA SILVA
TATIANA PORTO
THAYZA CHRISTINA MONTENEGRO STAMFORD
THIBÉRIO PINHO COSTA SOUZA**

APRESENTAÇÃO

Este livro reúne os trabalhos aprovados no 6° Encontro de Ciência e Tecnologia de Alimentos (6° ECTAL), organizado pelo curso de Engenharia de Alimentos da UFAPE.

Os trabalhos estão organizados nas modalidades de pesquisa e revisão de literatura distribuídos conforme os eixos temáticos do evento, que incluíram as áreas: Análises físicas, químicas e físico e/ou químicas dos alimentos; Bioquímica e biotecnologia de alimentos; Desenvolvimento e processamento de alimentos de origem animal, vegetal e/ou bebidas; Engenharia de alimentos e automação de processos; Gestão ambiental dos resíduos na indústria de alimentos; Higiene, legislação e segurança dos alimentos; Microbiologia de alimentos e análise sensorial.

Esperamos que apreciem a leitura dos trabalhos aqui apresentados!

MENSAGEM DOS ORGANIZADORES

Caros(as) Pesquisadores(as) e Participantes do 6° ECTAL,

É com imensa alegria e gratidão que dedicamos este espaço para compartilhar o fruto de nossos esforços coletivos. O livro que você tem em mãos representa o registro cuidadoso de pesquisas inovadoras, descobertas valiosas e contribuições significativas na vasta área da Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Cada página reflete não apenas o comprometimento acadêmico, mas também a paixão pela busca do conhecimento e o empenho em promover avanços em nosso campo. Queremos expressar nossa profunda gratidão a todos os autores, revisores e colaboradores que tornaram possível a realização deste evento e a produção deste livro.

Que esta obra inspire novas ideias, debates instigantes e, sobretudo, o contínuo avanço da ciência alimentar. Que as conexões estabelecidas durante o 6° ECTAL perdurem, e que as descobertas aqui registradas contribuam para a construção de um futuro mais promissor e sustentável.

Desejamos a todos uma leitura enriquecedora e repleta de insights!

PREFÁCIO

É com grande alegria e gratidão que eu, Luciana, assino este prefácio, testemunhando a relevância do 6º Encontro de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ECTAL). Este livro, que compila os trabalhos científicos apresentados no evento, não apenas reflete a diversidade e a profundidade das pesquisas em nossa área, mas também atesta a vitalidade e o compromisso dos profissionais que a compõem.

Ao percorrer estas páginas, percebo que cada estudo contribui não apenas para o avanço do conhecimento, mas também para a construção de um alicerce sólido para o futuro da indústria de alimentos. A multiplicidade de perspectivas e a qualidade das pesquisas aqui reunidas são um testemunho da excelência de nossa comunidade científica.

Expresso meus sinceros agradecimentos a todos os envolvidos no processo, desde os autores dedicados até os revisores criteriosos, passando pelos organizadores incansáveis do evento. Cada página deste livro é um testemunho da colaboração e do comprometimento que impulsionam a ciência de alimentos a novos patamares.

Que este prefácio sirva como um reconhecimento da importância deste trabalho para a área, destacando a relevância de eventos como o ECTAL para o avanço contínuo de nossa disciplina.

Luciana Salles
Cofundadora do portal efood

SUMÁRIO

Resumos simples

EMPREGO DE ENZIMAS COMERCIAIS PARA OBTENÇÃO DE PEPTÍDEOS COM POTENCIAL DE QUELAÇÃO DE FERRO E COBRE	12
O APROVEITAMENTO DA CASCA DE CAFÉ NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS DE ALIMENTAÇÃO HUMANA: MONITORAMENTO TECNOLÓGICO	13
PRODUÇÃO DE MIX DOS PÓS DE MAMÃO E CENOURA POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA A 60 °C	14
INSETOS NA ALIMENTAÇÃO: COMPOSIÇÃO PROXIMAL DA FARINHA DE LARVA DE TENÉBRIO GIGANTE (<i>Zophobas morio</i>)	15
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICOS DE POLPA DE ACEROLA CONGELADA E INDUSTRIAL PRODUZIDA EM AGRESTINA, PERNAMBUCO	16
AVALIAÇÃO DA ACEITABILIDADE DE MARCAS DE KETCHUP ACOMPANHADO DE BATATA FRITA.....	17
CARACTERIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO VOLÁTIL DE CAFÉ ORGÂNICO POR CROMATOGRAFIA GASOSA E ESPECTROMETRIA DE MASSAS.....	18
ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE LINGUIÇA FRESCAL DE CARNE DE TILÁPIA COM QUEIJO COALHO CONDIMENTADO.....	19
MODELAGEM MATEMÁTICA DA CINÉTICA DE SECAGEM DAS SEMENTES DE JERIMUM CABOCLO	20
MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO DA AVALIAÇÃO DAS TRÊS EMBALAGENS DO REFRIGERANTE SABOR COLA	21
MONITORAMENTO DE TEMPERATURA NO PROCESSO DE DESTILAÇÃO DO CALDO DE CANA FERMENTADO POR MEIO DE REDE DE SENSORES CONTROLADOS COM ARDUINO	22
ANÁLISE SENSORIAL E ACEITAÇÃO DE MÉIS PRODUZIDOS POR ABELHAS MELÍFERAS (<i>Apis mellifera</i> L.) e ABELHAS SEM FERRÃO (Uruçu nordestina - <i>Melipona scutellaris</i>).....	23

PROSPECÇÃO DE PATENTES DE SORBET: UM ESTUDO DE CASO A PARTIR DO BANCO DE DADOS DO INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL - INPI.....	24
PRODUÇÃO DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO UTILIZANDO O MÉTODO <i>CLEAN LABEL</i>.....	25
TRATAMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO OSMOSE REVERSA PARA APLICAÇÃO EM CALDEIRAS INDUSTRIAIS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE ENCONTRADAS EM POLPA DE SAPOTI (MINILKARA ZAPOTA L.) E SUAS FRAÇÕES DIGERIDAS POR DIFERENTES MÉTODOS	27
ESTUDO PRELIMINAR DE TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO PARA VIABILIZAR A DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA EM COCADAS PRODUZIDAS NA CIDADE DE GARANHUNS-PE.....	28
EFEITO DO BRANQUEAMENTO E TRATAMENTO ÁCIDO EM AMÊNDOAS DE CACAU NÃO FERMENTADAS NA COR, NO PH E NOS COMPOSTOS FENÓLICOS.....	29
CAPACITAÇÃO EM BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO PARA MANIPULADORAS DE ALIMENTOS EM CRECHE: PROMOVENDO A SEGURANÇA ALIMENTAR E A SAÚDE INFANTIL	30
DESENVOLVIMENTO DE UM CONSISTÔMETRO FUNCIONAL E INOVADOR INSPIRADO NO MODELO DO CONSISTÔMETRO DE BOSTWICK.....	31
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE PRODUTOS LÁCTEOS DE KEFIR	32
ELABORAÇÃO DE MOLHO A PARTIR DO CAFÉ EXTRAÍDO A FRIO (COLD BRÉW).....	33

Capítulos de livro

Capítulo 01	36
DOI: 10.53934/20243-01.....	36
ANÁLISE, QUANTIFICAÇÃO E CONFORMIDADE DO TEOR DE GORDURA EM MORTADELAS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE GARANHUNS-PE	36
Capítulo 02	45
DOI: 10.53934/20243-02.....	45
QUANTIFICAÇÃO E CONFORMIDADE DO TEOR DE GORDURA EM SALSICHAS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE GARANHUNS - PE.....	45
Capítulo 03	53
DOI: 10.53934/20243-03.....	53
DETERMINAÇÃO ESPECTROMÉTRICA E QUIMIOMÉTRICA DE ADIÇÃO DE SACAROSE COMO ADULTERANTE EM CHÁS DE HORTELÃ	53
Capítulo 04	61
DOI: 10.53934/20243-04.....	61
ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO ARMAZENAMENTO DA POLPA ROXA DE PITAYA LIOFILIZADA.....	61
Capítulo 05	74
DOI: 10.53934/20243-05.....	74
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA PRÓPOLIS VERMELHA PROVENIENTE DE APIÁRIO DE BREJO GRANDE-SE	74
Capítulo 06	82
DOI: 10.53934/20243-06.....	82
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA EM DIFERENTES COMPOSTOS DE ERVA-MATE	82
Capítulo 07	91
DOI: 10.53934/20243-07.....	91
ELABORAÇÃO E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE.....	91

Capítulo 08	100
DOI: 10.53934/20243-08.....	100
AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MASSA ALIMENTÍCIA SEM GLÚTEN.....	100
Capítulo 09	116
DOI: 10.53934/20243-09.....	116
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE AMÊNDOAS DE OURICURI (<i>Licuri Syagrus coronata (Mart.) Becc</i>)	116
Capítulo 10	124
DOI: 10.53934/20243-10.....	124
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA POLPA DO JENIPAPO (<i>Genipa americana L.</i>) PRODUZIDOS EM CIDADES DO BREJO PARAIBANO.....	124
Capítulo 11	133
DOI: 10.53934/20243-11.....	133
SECAGEM CONVECTIVA E PROPRIEDADES FÍSICAS DE EXTRATOS DO ENDOSPERMA DAS SEMENTES DE CAROLINA.....	133
Capítulo 12	146
DOI: 10.53934/20243-12.....	146
AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE OVO DE GALINHA <i>IN NATURA</i> POR MEIO DO DIGITAL EGG TESTER: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	146
Capítulo 13	156
DOI: 10.53934/20243-13.....	156
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DA CASCA DE NÊSPERA (<i>Eriobotrya japonica L.</i>)	156
Capítulo 14	165
DOI: 10.53934/20243-14.....	165
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E CROMÁTICAS DE CAFÉ ARÁBICA PERNAMBUCANO EXTRAÍDO POR PERCOLAÇÃO A QUENTE	165

Capítulo 15	174
DOI: 10.53934/20243-15.....	174
DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE ESTEIRA AUTOMATIZADA DE SELEÇÃO POR COR UTILIZANDO ARDUINO	174
Capítulo 16	183
DOI: 10.53934/20243-16.....	183
AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO ACERCA DA PROTEÍNA DP FEIJÃO: ESTUDO BIBLIOMÉTRICO	183
Capítulo 17	194
DOI: 10.53934/20243-17.....	194
O PAPEL DAS LEVEDURAS NA PRODUÇÃO DE PROTEÍNAS: O FUTURO DA ALIMENTAÇÃO	194
Capítulo 18	205
DOI: 10.53934/20243-18.....	205
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA E SEMENTE DA FRUTA DO SAPOTIZEIRO (<i>Minilkara zapota L.</i>).....	205
Capítulo 19	214
DOI: 10.53934/20243-19.....	214
POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DO SORO DE LEITE	214
Capítulo 20	224
DOI: 10.53934/20243-20.....	224
CRESCIMENTO DE MERCADO E REGISTROS DE PATENTE DE MARCAS DE CERVEJAS ARTESANAIS NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	224
Capítulo 21	234
DOI: 10.53934/20243-21.....	234
ALTERAÇÕES NO CONTEÚDO DOS POLIFENÓIS DURANTE O PROCESSAMENTO DO CACAU (<i>Theobroma cacao L.</i>) AO CHOCOLATE E O IMPACTO NA ACEITAÇÃO SENSORIAL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	234

Capítulo 22	249
DOI: 10.53934/20243-22.....	249
APLICAÇÃO DE XILANASES NO MELHORAMENTO DE PRODUTOS DA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	249
Capítulo 23	260
DOI: 10.53934/20243-23.....	260
AVALIAÇÃO DO TEOR DE GORDURA EM PRESUNTO COZIDO SEGUNDO A LEGISLAÇÃO VIGENTE	260
Capítulo 24	269
DOI: 10.53934/20243-24.....	269
CAROTENOIDES E BIOATIVOS: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA.....	269
Capítulo 25	281
DOI: 10.53934/20243-25.....	281
PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE BISSURFACTANTES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA	281
Capítulo 26	290
DOI: 10.53934/20243-26.....	290
ASPECTOS E CARACTERÍSTICAS DO LEITE INSTÁVEL NÃO ÁCIDO (LINA): REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	290
Capítulo 27	300
DOI: 10.53934/20243-27.....	300
PRODUÇÃO DE PIGMENTOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS <i>Monascus purpureus</i> CCT 3802 UTILIZANDO PALMA FORRAGEIRA (<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill) COMO SUBSTRATO.....	300
Capítulo 28	315
DOI: 10.53934/20243-28.....	315
IMPACTO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS NA QUALIDADE DE OVOS DE CODORNA E GALINHA: UMA REVISÃO NARRATIVA	315
Capítulo 29	326
DOI: 10.53934/20243-29.....	326
POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DA MANDIOCA, SEUS PRODUTOS, SUBPRODUTOS E RESÍDUOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	326

Capítulo 30	334
DOI: 10.53934/20243-30.....	334
POTENCIAL PREBIÓTICO DOS FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS (FOS) ADICIONADOS EM PRODUTOS LÁCTEOS: UMA REVISÃO	334
Capítulo 31	344
DOI: 10.53934/20243-31.....	344
EFEITO DO BRANQUEAMENTO E TRATAMENTO ÁCIDO EM AMÊNDOAS DE CACAU NÃO FERMENTADAS NA COR, NO PH E NOS COMPOSTOS FENÓLICOS.....	344
Capítulo 32	356
DOI: 10.53934/20243-32.....	356
TESTE QUALITATIVO DE FUNGOS FILAMENTOSOS PARA PRODUÇÃO DE AMILASES.....	356
Capítulo 33	365
DOI: 10.53934/20243-33.....	365
UTILIZAÇÃO DO SORO DE LEITE COMO SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO DE QUITINA E QUITOSANA FÚNGICA	365
Capítulo 34	376
DOI: 10.53934/20243-34.....	376
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE FUNGOS FILAMENTOSOS PARA A PRODUÇÃO DE PROTEASES.....	376
Capítulo 35	385
DOI: 10.53934/20243-35.....	385
ELABORAÇÃO DE LINGUIÇA FRESCAL DE FILÉ DE TILÁPIA COM QUEIJO COALHO CONDIMENTADO	385
Capítulo 36	394
DOI: 10.53934/20243-36.....	394
DESENVOLVIMENTO DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO UTILIZANDO TENDÊNCIA <i>CLEAN LABEL</i>	394

Capítulo 37	405
DOI: 10.53934/20243-37	405
DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE BISCOITO TIPO COOKIES POR MEIO DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE CERVEJARIAS ARTESANAIS DE GARANHUNS E REGIÃO	405
Capítulo 38	417
DOI: 10.53934/20243-38	417
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE BISCOITO INTEGRAL ADICIONADO DE FARINHA DE LARVA DE TENÉBRIO GIGANTE (<i>Zophobas morio</i>)	417
Capítulo 39	426
DOI: 10.53934/20243-39	426
SOBREMESA LÁCTEA TIPO FLAN ENRIQUECIDO COM INULINA E COM ADIÇÃO DE CALDA DE CAPUCHINA: ASPECTOS SENSORIAIS, NUTRICIONAIS E POTENCIAIS BENEFÍCIOS	426
Capítulo 40	436
DOI: 10.53934/20243-40	436
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE IOGURTE GREGO ADICIONADO DE CALDA DO FRUTO DO MANDACARU (<i>CEREUS JAMACARU</i>)	436
Capítulo 41	445
DOI: 10.53934/20243-41	445
INCREMENTO PROTEICO EM MACARRÃO DE BATATA-DOCE (<i>Ipomoea batatas</i>) COM O EXTRATO DAS FOLHAS	445
Capítulo 42	456
DOI: 10.53934/20243-42	456
ANÁLISE DO USO E CARACTERÍSTICAS DA APLICAÇÃO DE INULINA PARA FORMULAÇÃO DE SORVETES PREBIÓTICOS	456
Capítulo 43	468
DOI: 10.53934/20243-43	468
IMPORTÂNCIA DA CARACTERIZAÇÃO DO BAGAÇO DE UVA DA PRODUÇÃO DE VINHOS PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE ALTERNATIVAS DE SUA VALORIZAÇÃO	468

Capítulo 44	484
DOI: 10.53934/20243-44.....	484
MONITORAMENTO TECNOLÓGICO DE EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS COM APLICAÇÕES EM ALIMENTOS	484
Capítulo 45	495
DOI: 10.53934/20243-45.....	495
EMPREGO DE FOTOPEROXIDAÇÃO PARA TRATAMENTO DA MISTURA DOS CORANTES ALIMENTÍCIOS AMARELO TARTRAZINA E ROXO AÇAÍ	495
Capítulo 46	507
DOI: 10.53934/20243-46.....	507
ECONOMIA CIRCULAR E O USO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO.....	507
Capítulo 47	516
DOI: 10.53934/20243-47	516
BIOTECNOLOGIA UTILIZADA POR PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO PARA RESISTÊNCIA A DOENÇA EM ORGANISMOS AQUÁTICOS: REVISÃO DE LITERATURA	516
Capítulo 48	524
DOI: 10.53934/20243-48.....	524
USO ADEQUADO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL PARA MÃOS DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA	524
Capítulo 49	532
DOI: 10.53934/20243-49.....	532
ANÁLISE DE USO PÓS-OCUPAÇÃO EM LABORATÓRIOS DESTINADOS A ATIVIDADES DE ENSINO E PESQUISA, EM INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO SUPERIOR	532
Capítulo 50	542
DOI: 10.53934/20243-50.....	542
HIDROMEL: ORIGEM, HISTÓRIA E ASPECTOS LEGISLATIVOS (REVISÃO NARRATIVA)	542

Capítulo 51	553
DOI: 10.53934/20243-51	553
 APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO PARA O ENVASE DE GARRAFAS DE IOGURTES EM UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS	553
Capítulo 52	566
DOI: 10.53934/20243-52	566
 ROTULAGEM NUTRICIONAL DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	566
Capítulo 53	578
DOI: 10.53934/20243-53	578
 A IMPORTÂNCIA DOS MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO APLICADOS A OVOS	578
Capítulo 54	589
DOI: 10.53934/20243-54	589
 AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO POTENCIAL DE FUNGOS FILAMENTOSOS NA PRODUÇÃO DE ENZIMAS PROTEOLÍTICAS	589
Capítulo 55	600
DOI: 10.53934/20243-55	600
 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL AMIOLÍTICO DE FUNGOS ISOLADOS DE ALIMENTOS	600
Capítulo 56	609
DOI: 10.53934/20243-56	609
 PRODUÇÃO DE PROTEASES UTILIZANDO FERMENTAÇÃO SUBMERSA ESTÁTICA. UM ESTUDO QUALITATIVO	609

RESUMO SIMPLES



EMPREGO DE ENZIMAS COMERCIAIS PARA OBTENÇÃO DE PEPTÍDEOS COM POTENCIAL DE QUELAÇÃO DE FERRO E COBRE

Thayná Alícia de Figuerêdo Marinho¹; Wellington Leal dos Santos²; Mariane Mendes da Silva³; Maria Alane Pereira Barbosa⁴; Keila Aparecida Moreira⁵

¹Estudante do Curso de Medicina Veterinária – UFPE.

²Docente/pesquisador da Universidade Maurício de Nassau – UNINASSAU.

³Estudante do Curso de Medicina Veterinária – UFPE.

⁴Estudante do Curso de Medicina Veterinária – UFPE.

⁵Docente/pesquisador da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFPE.

Introdução: O potencial de quelar os íons cobre e ferro estão associadas a atividade antioxidante, em virtude, da importância desses metais na catálise e metabolismo das espécies reativas de oxigênio, de extrema importância na peroxidação lipídica e dano ao DNA. **Objetivo:** identificar a atividade de quelação de ferro e cobre. **Métodos:** os caseinatos de sódio das espécies bovina (CBOV), bubalina (CBUB) e caprina (CCAP) foram obtidos desnatando-se o leite por centrifugação a 2100 x g por 30 minutos a 32 °C e logo depois precipitado em pH 4,6 com HCl 1 M e novamente centrifugado. Em seguida, o precipitado foi lavado em água destilada ajustando-se para pH 7 com NaOH 1 M. O ciclo precipitação / solubilização foi repetido até que as caseínas fossem solubilizadas pela última vez e dialisada contra água deionizada a 4 °C e, posteriormente, liofilizada. Estes caseinatos foram submetidos a hidrólise empregando bromelina (E.C. 3.4.22.33), a 60 °C em pH 6,5; papaína (E.C. 3.4.22.2) a 50 °C em pH 6,5; tripsina (E.C. 3.4.21.4) a 37 °C em pH 8,0 e neutrase (Novozymes, Dinamarca), a 50 °C em pH 7,5, com uma relação enzima:substrato 1:100 por 30 minutos. Os parâmetros foram analisados em triplicata e os dados expressos como média e desvio-padrão. Diferenças significativas entre os caseinatos submetidos a diferentes tratamentos enzimáticos foram obtidas empregando análise de variância unidirecional seguida de avaliação de diferenças entre as médias empregando-se o teste de comparação múltiplas de Scott-Knott no SISVAR versão 5.6. **Resultados:** as quatro enzimas apresentaram potencial para hidrolisar as caseínas e liberar peptídeos com potencial quelante de cobre e ferro. Os resultados demonstraram que a quelação de cobre manteve-se entre 23,72 e 79,83%, enquanto que a quelação de ferro variou de 39,68% a 100%. O caseinato bubalino apresentou maior potencial de quelação de ferro frente a ação das enzimas estudadas. **Conclusão:** os hidrolisados dos caseinatos de ruminantes obtidos pela ação enzimática são dotados de atividade de quelação de cobre e ferro o que pode indicar a diminuição de peroxidação lipídica e aumento da vida de prateleira de produtos lácteos se empregados como ingrediente desses alimentos.

Palavras-chave: Bromelina; Caseína; Fragmentos proteicos.

O APROVEITAMENTO DA CASCA DE CAFÉ NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS DE ALIMENTAÇÃO HUMANA: MONITORAMENTO TECNOLÓGICO

Samanta Rayelly de Souza Silva¹; Suzana Pedroza da Silva²

¹Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPE;
E-mail: samantarayelly@gmail.com

²Docente do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: suzana.pedroza@ufape.edu.br

Introdução: A indústria cafeeira é responsável pela geração de grande quantidade de resíduos agroindustriais, que são gerados após sua produção e processamento, em especial a casca, que é rica em nutrientes e compostos orgânicos, mas é considerada uma impureza. São poucos os estudos sobre o uso da casca de café para fins alimentícios. O monitoramento tecnológico consiste em coletar, analisar e validar informações relacionadas à desenvolvimentos científicos e tecnológicos de uma determinada área de interesse, assim, permitindo visualizar tendências de mercado e elaborar estratégias de inovação. Podendo ser realizado através de patentes, que descrevem a invenção formalmente e protegem a propriedade intelectual. **Objetivo(s):** O presente trabalho teve como objetivo avaliar publicações e patentes em bases de dados envolvendo o uso de casca de café na elaboração de produtos de consumo humano, com o intuito de analisar o cenário da inovação tecnológica e propriedade intelectual envolvendo a casca de café. **Métodos:** A pesquisa de patentes foi realizada nas bases de dados: *Espacenet*, INPI e *Patentscope* entre 04 e 06 de outubro de 2023, através de pesquisas básicas e específicas, contando com casca de café, *coffee husk*, alimentação e bebidas como palavras-chaves. **Resultados:** Com base na busca de patentes relacionadas a casca de café e seu uso na elaboração de bebidas nas bases de dados citadas, foi possível identificar os documentos relacionados a área de alimentos. Até o momento da pesquisa, foram identificadas 5 patentes depositadas, em que duas delas abordavam métodos de fabricação de vinhos utilizando a casca de café, rica em antioxidantes e com características organolépticas melhoradas através da fermentação; uma sobre a preparação de uma bebida derivada do extrato de casca de café e a polpa com adição de cafeína; outra com o método de preparação de uma bebida probiótica composta rica em nutrientes, com propriedades antioxidantes e estabilidade térmica; por fim, um processo de obtenção de mel e /ou farinha de café a partir da polpa ou casca na produção de proteínas, vitaminas e minerais utilizados em produtos de consumo humano. **Conclusão:** Assim, percebe-se que ainda são poucos os trabalhos que envolvem o aproveitamento da casca do café para elaboração de produtos para a alimentação humana. Desta forma, destaca-se a importância de mais propostas tecnológicas na área com o intuito de aproveitar integralmente os componentes do fruto café reduzindo o descarte da casca como resíduo.

Palavras-chave: Bebidas; Casca de café; *Coffe husk*; Prospecção tecnológica.

PRODUÇÃO DE MIX DOS PÓS DE MAMÃO E CENOURA POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA A 60 °C

Rodrigo Leite Moura¹; Vanessa Maria dos Santos Santiago²; Pedro Francisco do Rego Junior³; Raphaela Maceió da Silva⁴

¹Docente Agroindústria/Alimentos – IFAL *Campus* Piranhas; E-mail: rodrigo.moura@ifal.edu.br

²Doutora em Engenharia de Processos – CCT – UFCG.

³Estudante do Curso de Engenharia de Produção – IFCE *Campus* Quixadá.

⁴Doutora em Engenharia Agrícola – CTRN – UFCG.

Introdução: Anualmente, imensas quantidades de frutas e vegetais são perdidas e ou desperdiçadas, devido a técnicas inadequadas de conservação pós-colheita. O mamão (*Carica papaya* L.) e a cenoura (*Daucus carota* L.), são vegetais que apresentam em sua composição diversos nutrientes, como vitaminas, compostos bioativos, fibras, entre outros, estando frequentemente incluídos nessa problemática. Uma estratégia que pode ajudar a solucionar essa questão é o processamento e a desidratação, aplicando a técnica de secagem em camada de espuma. Esse método oferece notáveis vantagens sensoriais aos produtos, utilizando-se de temperaturas reduzidas e tempos mais curtos de secagem quando em comparação com as técnicas convencionais. **Objetivo:** Este trabalho objetivou a produção e avaliação da qualidade do mix de polpas de mamão e cenoura em pó. **Métodos:** A formulação da mistura (mix) de polpas foi elaborada seguindo a proporção de 2:1 (2 partes de mamão para 1 de cenoura), com a adição de 1,5% de emustab e 0,5% de superliga neutra. Para a secagem foi utilizada uma estufa com circulação mecânica de ar, programada na temperatura de 60 °C. No processo de desidratação foi empregada a técnica da camada de espuma, sendo definidas três espessuras (0,5; 1,0 e 1,5 cm). Para a avaliação da qualidade dos pós obtidos foram analisados os seguintes parâmetros: pH, acidez total titulável, teor de água, solubilidade e cor. **Resultados:** O pH variou de 4,98 (1,0 cm) a 5,05 (0,5 cm); a acidez total titulável (% de ácido cítrico) variou de 1,37% (1,5 cm) a 1,59% (0,5 cm); o teor de água (% de umidade) variou de 8,02% (0,5 cm) a 8,40% (1,5 e 1,0 cm) e a solubilidade (g/s) variou de 0,13 (1,5 e 1,0 cm) a 0,14 (0,5 cm). Os parâmetros instrumentais de cor apresentaram as seguintes variações: L* (luminosidade) de 50,91 (1,0 cm) a 52,20 (0,5 cm); +a* (intensidade de vermelho) de 28,61 (1,5 cm) a 31,76 (0,5 cm) e +b* (intensidade de amarelo) de 50,40 (1,5 cm) a 51,55 (0,5 cm). Verificaram-se algumas diferenças estatísticas em relação as distintas espessuras da camada de espuma sobre as características avaliadas nas amostras em pó. **Conclusão:** Na temperatura avaliada não houve efeito significativo das espessuras em relação aos parâmetros físicos e físico-químicos dos pós analisados. De uma forma geral, estes foram classificados como alimentos pouco ácidos (pH > 4,5), com baixa umidade e elevada solubilidade. Os pós avaliados apresentam-se como opção para o aproveitamento do mamão e da cenoura.

Palavras-chave: *Carica papaya* L.; *Daucus carota* L.; desidratação; mistura de polpas; produto em pó

INSETOS NA ALIMENTAÇÃO: COMPOSIÇÃO PROXIMAL DA FARINHA DE LARVA DE TENÉBRIO GIGANTE (*Zophobas morio*)

Danilo Salustiano dos Santos¹; Daiane Medeiros Pereira¹; Rogério Silva de Almeida²; Arianne Dantas Viana³; Anderson Ferreira Vilela³

¹Estudante do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande – PPGECA – FURG; E-mail:

nilodansantos7@gmail.com

²Estudante do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba – PPGCTA – UFPB.

³Docente do Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Federal da Paraíba – DGTA – UFPB.

Introdução: Com o aumento populacional já previsto pela FAO até 2050 a busca por fontes alternativas de proteínas tem aumentado nos últimos cinco anos. Devido a isso, microalgas, carnes cultivadas em laboratório e insetos comestíveis vem atraindo a atenção de pesquisadores para a inclusão dessas possibilidades em produtos alimentícios. Pesquisas já comprovam que os tenebrionídeos, em sua fase larval podem ser processados e transformados em farinha, tornando-se assim uma opção viável de alimentação animal e também humana. Quando levado em consideração a aceitabilidade da adição de insetos em algum produto destinado a alimentação humana, estudos demonstram que há uma maior aceitação pelos consumidores em produtos com a adição de farinha ao invés do animal inteiro ou partes dele, se tornando assim uma forma oculta/mascadara de consumo. **Objetivo:** Com isso, objetivou-se nesse estudo a avaliação da composição proximal da farinha da larva de tenébrio gigante (*Zophobas morio*). **Métodos:** As larvas do inseto já desidratadas foram adquiridas na cidade de Recife – PE de um produtor autorizado pela ANVISA. Para a transformação dessas larvas em farinha foi necessário a utilização de um liquidificador caseiro (*Philips* – 550 watts de potência), conseqüentemente o pó foi peneirado em peneira industrial de inox (60 mesh – abertura in 0,250). Em seguida a farinha foi submetida a caracterização físico-química de acordo com as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz, sendo elas umidade (414/IV), cinzas (018/IV), lipídeos (354/IV) e proteínas (036/IV), a análise de carboidrato foi realizada por diferença considerando que as fibras também estivessem contidas nesse percentual devido alguns compostos/substâncias pertencer ao grupo dos carboidratos. **Resultados:** Os percentuais obtidos foram de 6,15% de umidade, 1,63% de cinzas, 24,58% de carboidratos e destacando os valores de lipídeos e proteínas que foram de 31,05 e 36,59% respectivamente. Os valores de lipídeos e proteínas foram bastantes significativos quando o intuito é adição em produtos que não teriam quantidades significativas desses macronutrientes, levando assim uma agregação de valor ao produto enriquecido ou adicionado dessa farinha, como por exemplo: produtos da panificação. **Conclusão:** Portanto, quando observado a composição proximal da farinha da larva de tenébrio gigante, pode-se dizer que a mesma tem potencialidade para ser inserida em produtos alimentícios os tornando enriquecidos com fontes de proteínas e lipídeos, além de serem nomeados como produtos do futuro.

Palavras-chave: Alimentos do futuro; Entomofagia; Insetos comestíveis;

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICOS DE POLPA DE ACEROLA CONGELADA E INDUSTRIAL PRODUZIDA EM AGRESTINA, PERNAMBUCO

Ana Rafaela Machado de Andrade¹; Fábio Gabriel Ferreira Júnior²; Walter de Paula Pinto Neto³; Rayssa Karla Silva³; Rafael Barros de Souza⁴

¹Estudante do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas – ICB – UPE.

²Estudante do Curso de Bacharelado em Farmácia – UNIBRA.

³Estudante do Curso de Doutorado em Ciências Biológicas – CB – UFPE.

⁴Docente do Instituto de Ciências Biológicas – ICB – UPE.

Introdução: Polpa de fruta é a bebida não fermentada e não concentrada obtida de fruta polposa por processo tecnológico adequado e atendendo o teor mínimo de sólidos em suspensão. O processo de conservação mais utilizado para essas polpas é o congelamento, por preservar as características sensoriais do fruto e, conseqüentemente, promover maior aceitação pelo público consumidor. Dentre essas polpas, a de acerola (*Malpighia emarginata*) vem ganhando destaque por ser um fruto com altos teores de ácido ascórbico (vitamina C). No mundo, o Brasil é o maior produtor e consumidor desse fruto, sendo Pernambuco um dos principais estados com área plantada. Além disso, o país se destaca no mercado internacional, sobretudo com a exportação da polpa. **Objetivo:** Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar parâmetros de qualidade físico-químicos de uma amostra de polpa de acerola congelada e industrial produzida em Agrestina-PE e verificar se está de acordo com a legislação brasileira, sobretudo quanto ao conteúdo de ácido ascórbico. **Métodos:** Para isso, foram realizadas as determinações de alguns dos parâmetros mais importantes de regulamentação do produto: teor de sólidos solúveis (método refratométrico), densidade (método do picnômetro), umidade (secagem em estufa por 48 h a 105 °C), cinzas (processo de incineração em mufla por 4 h a 550 °C), pH (método potenciométrico), acidez livre (titulação usando 0,05 N NaOH), sacarose, carboidratos redutores (glicose e frutose) e totais e ácido ascórbico (cromatografia líquida de alta eficiência). Os resultados são a média de pelo menos duas réplicas técnicas analisadas com coeficiente de variação $\leq 10\%$. **Resultados:** De acordo com os resultados obtidos, o teor de sólidos solúveis foi $6,00 \pm 0,00$ °Bx, pH $3,06 \pm 0,01$, acidez livre $152,33 \pm 3,21$ mEq/Kg, densidade $1,04 \pm 0,00$ g/cm³, umidade $93,48 \pm 0,24$ %, cinzas $6,52 \pm 0,22$ %, sacarose $1,72 \pm 0,08$ g/L, glicose $14,91 \pm 0,57$ g/L, frutose $16,44 \pm 0,19$ g/L (ou $3,17$ g/100g de açúcares totais) e ácido ascórbico $4,32 \pm 0,52$ g/L (ou 415 mg/100g). **Conclusão:** Verificou-se que a amostra industrial da polpa de acerola não atendeu a toda composição preconizada pela legislação brasileira. A amostra não atendeu aos $4,00$ g/100g mínimos de açúcares totais mínimos estabelecidos pela legislação vigente. Além disso, o teor de ácido ascórbico também foi inferior aos $800,00$ mg/100g mínimos estabelecidos pela legislação vigente. O baixo teor de vitamina C pode estar relacionado ao cultivo e processamento, como emprego de congelamento lento, matéria-prima inadequada e diluição do produto.

Palavras-chave: Polpa de frutas; Agreste; Pernambuco

AVALIAÇÃO DA ACEITABILIDADE DE MARCAS DE KETCHUP ACOMPANHADO DE BATATA FRITA

Jadielson Francisco Silva de Melo¹; José Fernando da Silva²; Lucas Alves Marques³;
Maria Edclecia Alves Ferreira⁴; Luciares Costa de Araújo⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CEAL – UFAPE.

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CEAL – UFAPE.

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CEAL – UFAPE.

⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CEAL – UFAPE.

⁵Docente do departamento de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE

Introdução: O ketchup é um molho à base de tomate que contém vinagre, açúcar, sal e várias especiarias, usadas para modificar o sabor e /ou aroma de certos alimentos e preparações culinárias. O teste ordenação de preferência, pode ser usado com o objetivo de avaliar a preferência em relação ao gosto de um determinado alimento, onde o avaliador seleciona do menos gostei para o mais gostei com base no seu grau de gostar em relação ao produto. **Objetivo:** O referido estudo teve como objetivo avaliar a preferência de marcas de ketchup distintas. **Métodos:** Foram escolhidas 3 marcas distintas de ketchup com denominações A, B e C servidas com batatas fritas na qual aplicou-se o teste de ordenação de preferência utilizando o teste de Friedman e o valor Christensen para identificação de diferença significativa entre as amostras. Para a análise sensorial foi utilizado um perfil não treinado com 60 julgadores. **Resultados:** Em relação à preferência dos avaliadores, a amostra B foi a que recebeu mais votos como mais gostei (39), devido à sua formulação única com ingredientes como goma xantana e benzoato de sódio, e a amostra C como a menos gostei (31). O resultado obtido pelo teste de Friedman (32,5) apresentou diferença significativa entre as amostras a nível de significância de 5% e através da comparação entre as amostras verificou-se A e B e B e C são significativamente diferentes entre si ($p < 0.05$) e que as amostras A e C apresentam uma similaridade entre si em relação a preferência do gosto dos avaliadores. A amostra A que foi a escolhida como mais gostei, apresenta uma coloração com um vermelho mais acentuado e uma viscosidade mais consistente e é comercializada a preço mais baixo em relação a amostra A. Já a amostra C foi a menos preferida, apresentando uma coloração mais fraca e aspecto líquido e com um preço mais baixo, o que pode ser atribuído à sua qualidade inferior. Apesar da amostra A ser mais cara, o grau de afetividade dos avaliadores está ligado às características apresentadas na amostra B. **Conclusão:** Com base na análise estatística dos resultados, identificou-se que os avaliadores preferem a amostra B, sendo avaliada como “mais gostei”, demonstrando que os consumidores costumam consumir ketchup com as propriedades sensoriais presentes na amostra B, e que as amostras A e C apresentam similaridade.

Palavras-chave: Preferência, similaridade, teste de ordenação

CARACTERIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO VOLÁTIL DE CAFÉ ORGÂNICO POR CROMATOGRAFIA GASOSA E ESPECTROMETRIA DE MASSAS

Maria Vitória Lima Costa Donato¹; Phillipe Tenório Barbosa²; Orlando Francisco da Silva Moura³; Johnatan Duarte de Freitas⁴; Suzana Pedroza da Silva⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE.

²Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRPE.

³Estudante do Curso de Química do Instituto Federal de Alagoas – IFAL.

⁴Docente do Instituto Federal de Alagoas -IFAL, Campus Maceió.

⁵Docente do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE.

Introdução: O café é constituído por diversos compostos químicos, voláteis e não-voláteis como os ácidos clorogênico, ácidos graxos, cetonas, aldeídos, açúcares, ésteres, álcoois, compostos fenólicos, lipídeos e cafeína. A fermentação ocorre espontaneamente, a partir da microbiota naturalmente presente nos frutos, influencia na qualidade dos grãos e da bebida final e realizando controladamente, aumenta a curva de aromas, conferindo sabores e notas sensoriais especiais. **Objetivo:** Estudar os conteúdos voláteis no perfil de torra dos grãos de café orgânico tipo arábica processados por fermentação natural produzido na região de Taquaritinga do Norte-PE. **Métodos:** A determinação da composição volátil foi realizada no Laboratório de Análise Instrumental, no Instituto Federal de Alagoas – IFAL, Campus Maceió, por extração SPME por *headspace*, microextração em fase sólida, seguida de quantificação por cromatografia gasosa acoplada a um detector de espectrometria de massas, modelo GCMS – QP2010S. Para identificação dos compostos foi utilizada a biblioteca do GC-MS, considerando os compostos com porcentagem média acima de 0,2%. **Resultados:** Os primeiros compostos detectados foram as pirazinas, que possuem um baixo limiar de odor, correspondendo aos compostos Pirazina, metil; Pirazina, 2,5-dimetil- e Pirazina, 2,6-dimetil (com áreas de pico: 1,82%, 1,65% e 1,04%). Em seguida, detectou-se as cetonas, compostos orgânicos de baixo peso molecular, correspondendo aos compostos Ethanona, 1-oxiranila; Ethanona, 1-(2-furanyl)- e 2-Buten-1-ona,1-(2,6,6-trimetil-1,3-ciclohexadien-1-il)-,(E)- (com as áreas de pico: 1,17%, 0,85% e 0,76%). Os aldeídos detectados correspondem aos compostos Furfural e Decanal (com as áreas de pico: 2,86% e 0,25%), ressaltando que são compostos formados durante a reação de Maillard pela interação entre os aminoácidos e os açúcares redutores. Os lipídeos estão associados a qualidade do grão e da bebida a ser formada, relacionando atributos de sabor, textura e corpo, a detecção correspondeu aos compostos Éster metílico do Ácido Hexadecanoico, Éster etílico do Ácido Linoleico, Ácido Tetradecanoico e Ácido n-Hexadecanoico (com as áreas de pico: 1,39%, 1,19%, 0,21% e 0,51%), sendo estes dois últimos também classificados como Ácidos Graxos Livres. E, por fim, detectou-se a Cafeína, sendo representada por uma área de pico de 5,35%. Totalizando na detecção de 13 compostos principais. **Conclusão:** A GC-MS é uma ferramenta poderosa na caracterização de compostos voláteis em amostras, permitindo a identificação de diversos compostos com precisão, sendo essencial na compreensão da qualidade e no perfil sensorial do café, podendo ser utilizado na otimização do processo de torrefação e na oferta de experiências sensoriais aos consumidores.

Palavras-chave: Composição volátil; Fermentação; Perfil sensorial.

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE LINGUIÇA FRESCAL DE CARNE DE TILÁPIA COM QUEIJO COALHO CONDIMENTADO

Johny Ferreira de Souza¹; Aline Samara Moraes Silva¹; Raimundo Bernadino Filho³

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CEAL – UFAPE.

²Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE.

Introdução: No Brasil, ao longo dos anos, tem-se testemunhado um crescimento significativo na produção e no consumo de peixes, com destaque para a Tilápia do Nilo. Essa espécie ganha notoriedade devido à sua alta rusticidade, capacidade de adaptação, carne nutritiva e excelente qualidade sensorial. Enquanto isso, na indústria de alimentos, a produção de linguiça, um produto cárneo popular, está em plena expansão, assim como o queijo coalho, conhecido por seu sabor característico, também se destaca, com a vantagem de ser considerado um alimento funcional. Nesse cenário em constante evolução do mercado de alimentos, à medida que os consumidores se tornam mais exigentes e ansiosos por inovações, a necessidade de buscar soluções criativas e introduzir novos produtos na indústria torna-se essencial. **Objetivo(s):** Elaborar linguiças frescas de carne de tilápia com a adição de queijo coalho condimentado, e avaliar suas qualidades microbiológicas e sensoriais. **Métodos:** Foram desenvolvidas três formulações com diferentes concentrações de queijo coalho condimentado. Realizaram-se análises microbiológicas, seguindo os critérios estabelecidos pela RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019, a fim de avaliar a conformidade dos produtos com a legislação vigente no Brasil. Para a análise sensorial, foram conduzidos testes de aceitação e intenção de compra, com 60 provadores não treinados, de ambos os gêneros com idade acima de 18 anos, visando avaliar o grau de aceitabilidade do produto. **Resultados:** Em relação às análises microbiológicas, todas as formulações se mostraram em conformidade com as normativas brasileiras em vigor. Na análise sensorial, todos os atributos avaliados demonstraram níveis de aceitação com médias superiores a 70%. Quanto à intenção de compra, a escala variou de 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria), e as médias obtidas foram consistentemente superiores a 3,76. Isso indica que as amostras tiveram uma boa intenção de compra, refletindo em uma possível aceitação por parte dos avaliadores. **Conclusão:** O alimento desenvolvido demonstrou características nutritivas e tecnológicas que estão em conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira. Além disso, foi bem aceito, consolidando-se como uma alternativa promissora na produção de linguiças frescas, utilizando a carne de tilápia como matéria-prima principal.

Palavras-chave: Pescado; tilápia; linguiça.

MODELAGEM MATEMÁTICA DA CINÉTICA DE SECAGEM DAS SEMENTES DE JERIMUM CABOCLO

Raphaela Maceió da Silva¹; Rodrigo Leite Moura²; Pedro Francisco do Rego Junior³

¹Docente do Programa Educação de Jovens e Adultos do Campo – EJA CAMPO – Gerencia Regional do Agreste Meridional; E-mail: raphaelamaceio05@gmail.com

²Docente Agroindústria/Alimentos – IFAL *Campus* Piranhas.

³Estudante do Curso de Engenharia de Produção – IFCE *Campus* Quixadá.

Introdução: A secagem é uma importante técnica para a conservação dos alimentos, garantindo a qualidade do produto ao minimizar as perdas causadas pelo teor elevado de água. **Objetivo:** Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar a dinâmica da cinética de secagem das sementes de jerimum caboclo por meio da modelagem matemática. **Métodos:** Os frutos foram adquiridos na feira central de Campina Grande-PB, levados ao laboratório, para higienização e abertura para extração das sementes, bem como uma limpeza para remoção do excesso de polpa. Posteriormente, estas foram submetidas à secagem em camada fina, utilizando um secador experimental de leito fixo, com velocidade do ar de 1m/s, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. O estudo da cinética de secagem foi executado por meio da pesagem das sementes em intervalos regulares de tempo (5, 10, 20, 30 e 60 min.), até a determinação de uma massa constante. O experimento foi realizado em triplicata e as pesagens efetuadas em uma balança semianalítica para garantir uma maior precisão. Para o ajuste aos dados experimentais, quatro modelos matemáticos semiempíricos foram empregados: Henderson & Pabis, Logarítmico, Page e Midilli. **Resultados:** Os resultados indicaram que a temperatura exerceu uma influência significativa nas curvas de secagem, com uma diminuição gradativa no tempo de secagem conforme a elevação da temperatura do ar. Para todas as temperaturas avaliadas, os modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais apresentaram R^2 superior a 98,61% e valores de DQM (desvio quadrático médio) inferiores a 0,0052. Dentre os modelos ajustados, o de Page e o de Midilli demonstraram uma maior conformidade com os pontos experimentais, apresentando os menores valores de DQM ($0,0004 \leq DQM \leq 0,0015$) e os melhores coeficientes de determinação ($0,9902 \leq R^2 \leq 0,9998$) para representar as curvas de secagem. **Conclusão:** Portanto, a utilização do modelo de Page para descrever a cinética de secagem das sementes de jerimum caboclo é recomendada, pois além de sua fácil aplicação, por possuir o menor número de termos, forneceu ótimos valores de R^2 e DQM, representando eficientemente as curvas de secagem para as distintas temperaturas avaliadas. Este estudo ilustrou a relevância da modelagem matemática na otimização do processo de secagem das sementes avaliadas, sendo essencial para reduzir tempo e energia, preservar a qualidade nutricional e sensorial do produto, além de garantir uma secagem eficiente. Compreender essa dinâmica é fundamental para melhorar a eficiência do processo e garantir um produto seguro e de alta qualidade.

Palavras-chave: Cucurbita spp; curvas de secagem; desidratação; modelos semiempíricos

MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO DA AVALIAÇÃO DAS TRÊS EMBALAGENS DO REFRIGERANTE SABOR COLA

Williames Fabio de Souza Bezerra Filho¹; Beatriz Oliveira Soares¹; Larissa Nunes Torres¹; Thatiane Maria Soares de Sousa¹; Luciares Costa de Araujo²

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CEAL – UFAPE.

²Docente/pesquisador do Depto do Curso de Engenharia de Alimentos - CEAL – UFAPE.

Introdução: O estudo do mapa de preferência interno nos permite avaliar as amostras de acordo com a resposta individual de cada um, e não somente pela média geral do grupo de avaliadores, fazendo-se um complemento para os resultados obtidos na análise de aceitação, ressaltando a preferência dada pelos consumidores. As características sensoriais dos refrigerantes estão associadas a vários fatores como temperatura, qualidade de carbonatação, qualidade do xarope e o tipo de embalagem na qual o refrigerante será armazenado. Ao ser armazenado o alimento sofrerá interações entre embalagem e produto, denominados de transferência de massa (permeação, migração e absorção). Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar sensorialmente os refrigerantes tipo cola acondicionados em diferentes tipos de embalagens para avaliar o grau de aceitabilidade do consumidor pra cada tipo de embalagem. **Metodologia:** Os refrigerantes do tipo cola adquiridos da mesma marca, diferenciam-se pela embalagem (vidro, PET e metálica), aplicou-se a escala hedônica de 9 pontos (1=desgostei muitíssimo e 9=gostei muitíssimo) para estudo do grau de gostar utilizando o programa XLSTAT. **Resultados:** Para a pesquisa de consumidor foram recrutados 84 avaliadores sendo que 54% dos participantes eram do sexo feminino e 46% do sexo masculino e 88% dos consumidores costumam consumir refrigerante regularmente. A análise estatística realizada através do liking analysis data é possível verificar que a embalagem de vidro apresenta as maiores diferenças no grau de gostar do que as outras, uma vez que o seu intervalo interquartil é maior e que as embalagens diferem significativamente ao nível de significância de 5%, sendo que a diferença é significativa apenas entre a embalagem de vidro e a PET, também é identificado a formação de dois grupos de embalagens, sendo a embalagem de PET e metálica mais populares que a de vidro. O mapeamento de preferência interno (explica 79% da viabilidade dos resultados) nos permite determinar avaliador por avaliador quais produtos são mais apreciados, e como indicado, as embalagens de PET e metálica foram mais apreciadas, no entanto, não há um consenso, visto que as notas foram muito dispersas. **Conclusão:** A embalagem vidro apresentou maior diferença no grau de gostar, diferindo significativamente das outras embalagens, sendo mais expressiva entre a PET e vidro. As embalagens PET e metálica apresentaram maior popularidade entre os avaliadores. Pelo mapeamento foi possível observar maior apreciação nas embalagens PET e metálica. (**Palavras-chave:** escala hedônica; escala JAR; métodos afetivos).

MONITORAMENTO DE TEMPERATURA NO PROCESSO DE DESTILAÇÃO DO CALDO DE CANA FERMENTADO POR MEIO DE REDE DE SENSORES CONTROLADOS COM ARDUINO

Joyce Emanuely de Lira Canuto¹; Mariana Elayne Oliveira Vanderlei¹; Iasmim Rodrigues Lourenço¹; Nayara Balduino de Barros¹, Mateus Ribeiro Costa¹.

1 - Estudantes do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco.

Introdução: A cachaça, uma bebida brasileira tradicional é obtida a partir da fermentação do caldo de cana-de-açúcar, posteriormente esse mosto fermentado passa por um processo de destilação para obtenção da bebida alcoólica. Dentre os parâmetros que podem influenciar na qualidade do produto, destaca-se a temperatura tanto de fermentação quanto de destilação. Portanto, o controle dessa temperatura influi na qualidade do produto. Neste trabalho apresentamos o controle e monitoramento da temperatura em um destilador construído com materiais de fácil acesso. **Objetivo:** Implementar um sistema automatizado de controle e monitoramento da temperatura de destilação da cachaça utilizando a plataforma Arduino. **Metodologia:** Para produzir o mosto fermentado foram utilizados 500ml de caldo de cana fresco combinados com 10g de fermento biológico, em uma garrafa pet de 1 litro vedada, exceto por um orifício conectado a um béquer com água, que permite a saída de CO₂ e evita a entrada de ar para prevenir oxidação e contaminação. O mosto é aquecido em banho-maria dentro de um recipiente de vidro, mergulhado em um banho de óleo vegetal. Para aquecimento do óleo foi utilizada uma resistência elétrica de 500W. O destilador possui uma coluna de condensação construída em PVC, onde é condensado e coletado em um segundo béquer. Este processo ocorre em tubulações com água circulante, que não entra em contato direto com a substância. O sistema de controle e monitoramento consiste em uma placa Arduino UNO, sensores de temperatura, display LCD 16x2 e relé. O controle de temperatura do banho é feito através do relé e de uma resistência de 500W. Outro sensor foi posicionado no interior da coluna de condensação para o seu monitoramento em tempo real. Utilizamos a ferramenta de aquisição de dados do Excel PLX-DAC que já exibe o resultado em forma de gráfico. **Resultados:** Com esse sistema foi possível controlar a temperatura de destilação do mosto fermentado de Cana de Açúcar com a obtenção da cachaça. Também a temperatura do condensador foi monitorada e o resultado apresentado em tempo real em formato de gráfico em função do tempo. **Conclusão:** Foi construído com sucesso um destilador de baixo custo com controle e monitoramento da temperatura possibilitando uma melhor qualidade e eficiência na produção de cachaça.

Palavras-chave: Cachaça; Arduino; Automação; Destilação; Temperatura.

ANÁLISE SENSORIAL E ACEITAÇÃO DE MÉIS PRODUZIDOS POR ABELHAS MELÍFERAS (*Apis mellifera* L.) e ABELHAS SEM FERRÃO (Uruçu nordestina - *Melipona scutellaris*)

Maria Eugênia dos Santos Roldão¹; Tamyres Marcelino Lopes¹; Natália Espíndola Oliveira²; Sheila Janaina Teles Lima²; Marcelo de Oliveira Milfont³

¹Estudante do Curso de Zootecnia – UFAPE

²Estudante do Curso de Agronomia – UFAPE

³Docente/pesquisador – UFAPE.

Introdução: O mel é um produto alimentício produzido pelas abelhas, possui composição variável e depende de diversos fatores, como fonte do néctar, condições climáticas e, principalmente, a espécie de abelha que o produz. A abelha *Apis mellifera* L. é a principal espécie produtora do mel utilizado para o consumo humano, apesar de existir no Brasil uma diversificada fauna de abelhas sociais que produzem mel de qualidade, as abelhas sem ferrão. O mel destas abelhas difere do mel das abelhas melíferas por apresentar um sabor peculiar e um maior valor agregado. Entretanto, de forma geral, pouco conhecido e utilizado no país.

Objetivo(s): Avaliar as características organolépticas e a intenção de compra de méis produzidos por abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.) e por abelhas sem ferrão (Uruçu Nordestina-*Melipona scutellaris*). **Métodos:** Na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, durante a realização do Sapiens UFAPE 2022, realizou-se análise sensorial de dois méis. O primeiro produzido por abelhas melíferas e o segundo produzido por abelhas sem ferrão, ambos provenientes do agreste de Pernambuco. Um total de 35 provadores responderam a um questionário que inicialmente coletava informações sobre idade, sexo, escolaridade, frequência de consumo de mel e a maneira ao qual consumiam o produto. Logo após, avaliavam os dois méis através de escala hedônica estruturada em nove pontos (1=desgostei muitíssimo; 5= nem gostei, nem desgostei; 9= gostei muitíssimo), características de cor, viscosidade, aroma e aceitação global do produto. Por último, era avaliado a intenção de compra (1=certamente não compraria; 3=tenho dúvidas se compraria; 5= certamente compraria). **Resultados:** Inicialmente foi possível constatar o baixo consumo de mel, haja vista que boa parte dos provadores consome o produto apenas uma vez por mês. Em relação a forma de consumo, mel in natura prevaleceu em relação as demais. O mel proveniente de abelhas melíferas teve como características mais apreciadas a cor e viscosidade, o mel de abelhas urucu, não apresentou uma característica específica apreciada, tendo ainda recebido baixa pontuação em relação aos diversos atributos avaliados. Em relação a atitude de compra, 51% e apenas 11% responderam que certamente comprariam o produto, para mel de abelha melífera e de urucu, respectivamente. A baixa pontuação e aceitação por parte dos provadores no que concerne ao mel de urucu, provavelmente tá relacionado a falta de conhecimento de suas qualidades e hábito de consumo do produto.

Conclusão: O mel de abelha melífera apresentou boa aceitação pelos provadores, diferentemente do mel de abelha urucu.

Palavras-chave: mel; abelha melífera; abelhas sem ferrão

PROSPECÇÃO DE PATENTES DE SORBET: UM ESTUDO DE CASO A PARTIR DO BANCO DE DADOS DO INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL - INPI

Maria Eduarda de Oliveira Ferreira¹; João Paulo Alves Marinho²; Krause Gonçalves Silveira Albuquerque³; Alberto Einstein Pereira de Araújo⁴; Gerla Castello Branco Chinelate⁴.

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE, mariaeoliveiraf@gmail.com

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE, joaopauloeng.aliment@gmail.com

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE, albuquerque.k.g.s@gmail.com

⁴Docente do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE, alberto.araujo@ufape.edu.br

⁵Docente do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE, gerla.chinelate@ufape.edu.br

Os gelados comestíveis são produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcar(es). Podem ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto. O sorbet é um produto classificado como gelado comestível, sendo produzido à base de água, açúcares, frutas (suco ou polpa), corantes, flavorizantes e estabilizantes (inibidores da formação de cristais de gelo). Esse produto apresenta sabor rico, suave e cremosidade, destacando-se pela sua base não láctea e pelo baixo teor de gordura e valor calórico, indo ao encontro as tendências de mercado relacionadas ao consumo de produtos mais saudáveis, dietas com foco em consumo de alimentos de baixo valor calórico ou com restrição láctea, por conta da lactose ou até mesmo as proteínas do leite. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo realizar o levantamento de patentes de sorbet registradas no Brasil, a partir do banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI. A pesquisa foi realizada durante o mês de outubro de 2023, através do site oficial do INPI, sendo utilizado como termo de pesquisa, a palavra: sorbet. Foram identificadas 03 patentes, das quais 01 está registrada por uma pessoa física e 02 por instituições públicas, mais especificamente, universidades brasileiras. Os registros identificados registros nos anos de 2017, 2019 e 2020. As patentes encontradas apresentaram relação entre si, no sentido do desenvolvimento de alimentos saudáveis, uma vez que os registros estudados abordam processos produtivos de sorbets com redução de açúcar, elaboração de produtos probióticos ou a produção de sorbets a partir da kombucha, alimento caracterizado pelos seus benefícios a saúde do consumidor. Contudo, de forma geral, o número de registros identificados foi baixo e não apresentou regularidade entre si, demonstrado que há lacunas no seguimento. Além disso, não foram observados registros em nome de empresas do seguimento privado, o que pode ser um indício do pouco investimento ou interesse no desenvolvimento de sorbets.

Palavras-chave: Gelados comestíveis; Propriedade Intelectual; Brasil.

PRODUÇÃO DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO UTILIZANDO O MÉTODO *CLEAN LABEL*

Karina Barbosa dos Santos¹; Raimundo Bernadino Filho²; Larissa Mylena Mendes Dias³; Jadielson Francisco Silva de Melo⁴; Aline Samara Moraes Silva⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CEAL – UFAPE. E-mail: barbosa.s00@outlook.com

²Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE.

Introdução: A tendência *clean label* tem o intuito de produzir alimentos livres de aditivos e conservantes químicos e com a adição de ingredientes naturais conhecidos da população. Essa nova linha de pensamento de rótulo limpo está sendo incluída no mercado brasileiro aos poucos, o desafio de tornar-se um alimento *clean label* se concentra em encontrar ingredientes substitutos que satisfaçam os aspectos da tendência e estejam disponíveis no mercado brasileiro. **Objetivo(s):** Nesta pesquisa objetivou-se desenvolver uma formulação de linguiça frescal de carne de frango, utilizando o conceito *clean label*, substituindo aditivos e conservantes sintéticos por ingredientes naturais, e avaliar suas qualidades microbiológicas e sensoriais. **Métodos:** Foram desenvolvidas duas formulações, a padrão de linguiça de frango (FP) e outra seguindo a tendência *clean label* (FC), substituindo o sal de cura, por sal de ervas. Realizaram-se análises microbiológicas, seguindo os critérios estabelecidos pela Instrução normativa Nº 126, de 01 de julho de 2022, a fim de avaliar a conformidade dos produtos com a legislação vigente no Brasil. Para a análise sensorial, foram conduzidos testes de aceitação e intenção de compra, com 60 provadores não treinados, de ambos os gêneros com idade acima de 18 anos, visando avaliar o grau de aceitabilidade do produto. **Resultados:** Em relação às análises microbiológicas, todas as formulações se mostraram em conformidade com as normativas brasileiras em vigor. Na análise sensorial, todos os atributos avaliados demonstraram níveis de aceitação com médias superiores a 80%. Quanto à intenção de compra, a escala variou de 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria), e as médias obtidas foram consistentemente superiores a 4,43. Isso indica que as amostras tiveram uma boa intenção de compra, refletindo em uma possível aceitação por parte dos avaliadores. **Conclusão:** Os resultados dos experimentos demonstraram que as formulações desenvolvidas se enquadraram dentro das normas exigidas pela legislação vigente no Brasil. Além disso, esses dados evidenciam um produto com boas características, apresentando potencial para produção e possível aceitação por consumidores que apreciam este tipo de embutido

Palavras-chave: carne de frango; embutido; frescal; produto cárneo.

TRATAMENTO DE ÁGUA UTILIZANDO OSMOSE REVERSA PARA APLICAÇÃO EM CALDEIRAS INDUSTRIAIS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Fabiola Maria de Almeida¹; Lavínia Ventura da Silva²; José Apolinário da Silva Irmão³; Daniel da Silva Nascimento⁴; Thibério Pinho Costa Souza⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE.

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE.

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE.

⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE.

⁵Docente do Depto. de Engenharia de Alimentos – UFAPE.

Introdução: Caldeiras são equipamentos industriais que utilizam água como fluido que é transformado em vapor e acumulado sob pressão superior à da atmosfera, tendo como base uma fonte de calor. Esse vapor é responsável pela movimentação, limpeza e esterilização industrial, e necessita atender aos parâmetros estabelecidos na NR-13 de acordo com o seu nível operacional de pressão, de forma que o processo seja seguro em conjunto com parâmetros físicos, químicos e microbiológicos determinados. Do contrário, as caldeiras gerarão vapores de má qualidade, danos ao equipamento como incrustações e possíveis riscos aos operadores. Com isso, surgem os tratamentos alternativos como a osmose reversa, que é definida como o processo de separação dos sais presentes na água pela passagem da solução através de uma membrana semipermeável da maior para a menor concentração em pressão maior que a osmótica, geralmente empregado os tipos salobra ou pluvial, que contém maior carga de sólidos e sais presentes. **Objetivo(s):** realizar uma pesquisa bibliográfica sobre o processo de osmose reversa utilizado na indústria de alimentos, com o intuito de tornar possível o aproveitamento de água no âmbito industrial que, sem o tratamento correto, não seria possível. **Métodos:** foi realizado um levantamento bibliográfico em periódicos como scielo, capes e sustenere, e selecionados trabalhos da modalidade artigo completo, publicados entre os anos de 2019 e 2023, utilizando as seguintes palavras-chave: osmose reversa, caldeiras, água e efluentes. Os critérios de seleção foram trabalhos publicações brasileiras escritas em português brasileiro. **Resultados:** do total de sete trabalhos analisados, apenas três foram escolhidos para a compor o seguinte trabalho. Foi possível perceber que o parâmetro físico-químico de dureza atendeu a legislação brasileira e indicações de fabricantes, que recomendam um valor menor que 5mg/l. Nos trabalhos analisados, os resultados foram satisfatórios com relação a redução de incrustações, o que diz que o método de osmose reduz o parâmetro de dureza, que ocasiona o problema citado anteriormente. Houve um trabalho que apresentou alguns parâmetros não alcançados, como condutividade e teor microbiológico, que podem indicar a presença de gases prejudiciais a qualidade dos vapores gerados. **Conclusão:** por meio das leituras bibliográficas realizadas, foi possível identificar a osmose reversa como muito eficiente, porém pouco empregada industrialmente devido ao seu alto valor monetário a ser aplicado para implementação, onde quanto maior o sistema, maior seu custo operacional. Essa técnica forma rejeitos de elevada concentração de minerais que, posteriormente, devem ter destino correto, visando a diminuição dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Osmose Reversa; Água; Caldeira; Tecnologia.

TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE ENCONTRADAS EM POLPA DE SAPOTI (*MINILKARA ZAPOTA L.*) E SUAS FRAÇÕES DIGERIDAS POR DIFERENTES MÉTODOS

Daiane Medeiros Pereira; Danilo Salustiano dos Santos; Alessandra de Sousa Porpino e Isabelle de Lima Brito Polari

Introdução: Existe uma grande variedade e produção frutífera no Brasil, parte explorada em grande escala já outra porção dessa variedade e produção, pouco conhecidas ficando limitadas a regiões em que são cultivadas sendo exploradas apenas em comércios locais como é o caso do sapoti (*Minilkara zapota L.*), fruta pertencente à família Sapotaceae nativo da América Central, adaptado ao clima do nordeste brasileiro. Com características sensoriais peculiares sua é a parte mais utilizada. Essa parte da fruta mostra-se como excelente fonte de compostos com função antioxidante com capacidade de isolar radicais livres. Essas propriedades lhe conferem benéficas à saúde, sendo assim de grande importância para indústria alimentícia. **Objetivo:** Com isso, esse trabalho teve como objetivo determinar o teor de fenólicos totais e atividade antioxidante encontradas em polpa de sapoti (*Minilkara zapota L.*) e suas frações digeridas por diferentes métodos. **Métodos:** O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de combustíveis e materiais e Laboratório de Processos Microbianos em Alimentos, no Campus I, localizado em João Pessoa, os frutos do sapoti (*Minilkara zapota L.*) foram coletados na zona rural da cidade de Areia, Paraíba, selecionados de acordo com aptos para consumo, higienizados, despolpados e submetidos à determinação do teor de fenólicos totais e atividade antioxidante pelo método FRAP e DPPH. **Resultados:** Na polpa de sapoti foram encontrada uma maior capacidade de teor fenólicos, sendo 21,79 (mg EAG/100 g), na fase gástrica o teor encontrado mostrou-se significativo, cerca de 9,24 (mg EAG/100 g), havendo diferença significativa para as frações intestinal e intestinal final, que se mostraram iguais. Já no método FRAP foram encontrados 353,22 ($\mu\text{mol TEAC}/100 \text{ g}$) na polpa de sapoti, 306,82 ($\mu\text{mol TEAC}/100 \text{ g}$) na fração gástrica, assim os resultados obtidos para o ensaio FRAP mostraram maior poder de redução de ferro na polpa, porém as demais análises demonstraram resultados positivos. A capacidade de sequestro de DPPH foi maior na polpa do sapoti 74,85 $\mu\text{mol TEAC}/100 \text{ g}$, na fração gástrica foram encontrados 56,15 $\mu\text{mol TEAC}/100 \text{ g}$, sendo diferentes significativamente. **Conclusão:** Pode-se concluir a capacidade de fenólicos encontrada foi maior na polpa de sapoti, como de esperado, visto que sua degradação ocorre com muita facilidade devido a diversos fatores. Em relação aos métodos utilizados para determinação de compostos fenólicos, houve diferença entre os valores encontrados para FRAP e DPPH.

Palavras-chave: compostos químicos; DPPH; FRAP

ESTUDO PRELIMINAR DE TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO PARA VIABILIZAR A DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA EM COCADAS PRODUZIDAS NA CIDADE DE GARANHUNS-PE

Denielly Reis Silva; Luciares Costa de Araújo

Discente do curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE
Docente do curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE

Introdução: Há uma crescente demanda do mercado consumidor por produtos que apresentem qualidade dentro do prazo de validade. Para tanto, novas tecnologias de aplicação no ramo alimentício surgem com foco na segurança microbiológica, integridade física, na minimização de alterações bioquímicas e na manutenção da qualidade nutricional e sensorial dos alimentos. Para os testes de vida de prateleira é necessário desenvolver um projeto experimental que minimize o custo e o tempo do teste, ao mesmo tempo que forneça dados confiáveis e estatisticamente válidos, duas estratégias principais para armazenar e avaliar produtos durante um experimento sensorial de prazo de validade utilizado são: tempo de armazenamento básico e reverso. **Objetivo(s):** Realizar um estudo preliminar para aplicação do método de armazenamento reverso em três marcas de cocadas. **Método:** A cada 15 dias, as três marcas de cocadas (A e B com adição de conservante e C sem adição de conservante, prazo de validade de: 45 dias, 60 dias e 90 dias, respectivamente) eram observadas para os parâmetros de resistência à deformação entre os dedos (RD), umidade (Um), cristalização (Cr), presença de mofo (PM) e de sabor ranço (SR) em três diferentes tipos de armazenamento (congelador -18°C, refrigerador em torno de 5-10°C e temperatura ambiente a 25°C) no decorrer de 90 dias com a intenção de verificar qual dessas temperaturas mantém as características sensoriais do produto recém produzido. **Resultados e Conclusão:** Durante todos os períodos de observação, foi percebido que não houve alterações nos parâmetros RD, Um, Cr e PM observados no armazenamento a -18°C para as cocadas A, B e C. O SR foi percebido apenas na cocada C após 45 dias de armazenamento em -18°C enquanto as outras marcas não tiveram alteração no seu sabor, pode ser devido aos diferentes ingredientes, adição de conservantes e/ou modo de preparo. É possível concluir que o método de armazenamento reverso a -18°C se adequa para a cocada mantendo a maioria de suas características físicas, este método tem a vantagem de avaliar um conjunto de amostras com diferentes tempos de armazenamento, todas juntas, em uma única instância de avaliação.

Palavras-chave: Método reverso; Vida de prateleira; Cocada.

EFEITO DO BRANQUEAMENTO E TRATAMENTO ÁCIDO EM AMÊNDOAS DE CACAU NÃO FERMENTADAS NA COR, NO PH E NOS COMPOSTOS FENÓLICOS

Mariana Rocha Manzo Henriques¹; Ayra Silva Feliciano²; Maria Emília Rodrigues Valente³; Pollyanna Ibrahim Silva⁴

¹ Estudante do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFES.

² Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCAE – UFES.

³ Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – CCAE – UFES

⁴ Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – CCAE – UFES

Introdução: Os polifenóis são compostos presentes nas amêndoas de cacau (*Theobroma cacao L*) “in natura” que atuam como antioxidantes com benefícios para a saúde, porém acabam sendo degradados durante o processamento do chocolate. O controle da etapa de fermentação, ou a utilização das amêndoas não fermentadas, combinada ao tratamento com ácidos orgânicos, preservam os polifenóis, e constituem etapas principais para a produção do chocolate Ruby, configurando a tonalidade rosa característica desse chocolate produzido pela Callebaut, cujo processo exato não é revelado. Desta forma, buscou-se nesta pesquisa testar tratamentos que possibilitassem a obtenção de amêndoas de cacau com uma cor rosa semelhante ao chocolate Ruby e com maior teor de polifenóis. **Objetivo(s):** O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do branqueamento e do tratamento com ácido cítrico aplicado em sementes de cacau não fermentadas no pH, na cor e no teor de compostos fenólicos. **Métodos:** Para tanto utilizou-se sementes de cacau “in natura” despulpadas, divididas em dois grupos: branqueadas e não branqueadas, cada um com 5 unidades experimentais, que foram submetidas a tratamentos de imersão em ácido cítrico com concentração variando entre 0 e 3 M. Após a secagem das amêndoas não fermentadas, foram feitas análises de pH, cor e teor de compostos fenólicos. **Resultados:** As amostras branqueadas apresentaram comportamento de queda de pH à medida que a concentração de ácido cítrico foi aumentada, o que não ocorreu nas amostras que não passaram por tratamento térmico. Em relação aos parâmetros de cor, as amostras branqueadas obtiveram valores luminosidade superiores às amostras não branqueadas, devido ao controle do escurecimento enzimático causado pelo branqueamento. A cor rosa se apresentou apenas nas amostras branqueadas, se intensificando à medida que aumentou-se a concentração de ácido cítrico, estas também apresentaram teores de compostos fenólicos superiores às amostras não branqueadas. **Conclusão:** Os resultados mostraram que o branqueamento afetou todas variáveis analisadas, enquanto as concentrações de ácido cítrico impactaram apenas o pH, a presença da cor vermelha e a tonalidade das amêndoas de cacau. Os tratamentos que apresentaram resultado mais satisfatório, em relação à cor obtida nas amêndoas de cacau, foram aqueles submetidos à tratamento térmico e adição de ácido cítrico em concentrações de 1,5 M, 2,25 M e 3M respectivamente.

Palavras-chave: chocolate Ruby; polifenóis; tratamento térmico.

CAPACITAÇÃO EM BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO PARA MANIPULADORAS DE ALIMENTOS EM CRECHE: PROMOVENDO A SEGURANÇA ALIMENTAR E A SAÚDE INFANTIL

João Pedro Cesário Félix¹; Alef Ribeiro dos Santos²; Wellison Cruz das Chagas³;
Geíza Alves Azerêdo⁴

¹Estudante do Curso de Bacharelado em Agroindústria- CCHSA – UFPB. ²Estudante do Curso de Bacharelado em Agroindústria- CCHSA – UFPB. ³Estudante do Curso de Bacharelado em Agroindústria- CCHSA – UFPB

⁴Docente/pesquisador do Depto de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – CCHSA – CAVN/UFPB.

Introdução: A segurança alimentar e a qualidade nutricional desempenham um papel fundamental na promoção da saúde e bem-estar de crianças em creches. Garantir que os alimentos servidos sejam seguros e adequados para o consumo infantil é uma prioridade, e para atingir esse objetivo, a capacitação das manipuladoras de alimentos é um componente essencial. **Objetivo:** Capacitar manipuladoras de alimentos quanto as BPF's (Boas práticas de fabricação) no ambiente escolar, visando a segurança alimentar e saúde infantil. **Métodos:** Foi realizada uma capacitação com os manipuladores diretos e indiretos de alimentos da Creche. Na ocasião, participaram 10 pessoas, dentre as quais merendeiras, auxiliares de cozinha, professoras, monitoras e diretora. Esta capacitação, de caráter teórico e prático. Foram conduzidas duas atividades com os manipuladores de alimentos: na primeira, eles foram instruídos a, com os olhos vendados, imergir suas mãos em tinta guache e, em seguida, lavá-las. A segunda dinâmica envolveu a organização das etapas de lavagem das mãos em sequência correta, com base em imagens dispostas sobre a mesa. Durante uma visita anterior à capacitação, foi notado que a creche tinha apenas uma única lixeira com tampa de acionamento manual, a qual era utilizada como recipiente para todos os resíduos produzidos. Nesse contexto, foi demonstrado de forma prática os potenciais riscos associados ao uso de uma lixeira desse tipo em um ambiente de manipulação de alimentos, uma vez que ela pode facilitar a disseminação de microrganismos. **Resultados:** A capacitação em BPF teve um impacto positivo nas manipuladoras de alimentos, melhorando seu conhecimento e práticas de manipulação de alimentos. Além disso, o estudo destacou a importância de abordar questões relacionadas à gestão de resíduos para garantir um ambiente mais seguro em termos de segurança alimentar na creche. **Conclusão:** A capacitação em BPF teve um impacto positivo na segurança alimentar e saúde infantil na creche. Isso foi alcançado através da melhoria das práticas de manipulação de alimentos e da conscientização sobre a importância das BPF para a prevenção de contaminações alimentares e promoção da saúde das crianças. A implementação contínua dessas boas práticas é essencial para manter um ambiente seguro e saudável para as crianças atendidas na creche.

Palavras-chave: Higiene pessoal; Manipulação de alimentos; Nutrição Infantil; Saúde

DESENVOLVIMENTO DE UM CONSISTÔMETRO FUNCIONAL E INOVADOR INSPIRADO NO MODELO DO CONSISTÔMETRO DE BOSTWICK

Ana Jessyca da Silva Cavalcanti¹; Daiane dos Santos Machado²; Gustavo Henrique Daniel Santos Silva³; Victor Matheus Santos da Silva⁴; Caio Veloso Satiro⁵.

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- UFAPE.

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- UFAPE.

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- UFAPE.

⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- UFAPE.

⁵Docente departamento de Engenharia de Alimentos – UFAPE.

Introdução: A consistência dos alimentos desempenha um papel crucial na apreciação culinária e na forma como percebemos sabores e texturas. A textura afeta a qualidade dos produtos alimentícios, abrangendo firmeza, densidade e estado físico, influenciando a experiência de comer. Alimentos viscosos, como *ketchup*, são notáveis por sua textura espessa e pegajosa, influenciando a aceitação do consumidor. O Consistômetro de Bostwick, desenvolvido na década de 1920, é crucial na indústria alimentícia, permitindo a quantificação da consistência de produtos líquidos e pastosos. Ele é usado para manter a consistência desejada na produção de alimentos. **Objetivo(s):** Desenvolver um "consistômetro funcional" baseado no modelo do Consistômetro de Bostwick para medições precisas de consistência de alimentos. Isso atenderá às necessidades das empresas alimentícias que buscam alternativas de controle de qualidade personalizadas. **Métodos:** Os materiais usados para a elaboração do consistômetro incluem placas de aço inox 304, régua e cronômetro. O consistômetro foi meticulosamente fabricado com ênfase na qualidade e precisão, utilizando principalmente aço inox 304, exceto pela régua, substituída por uma fita métrica flexível. O Consistômetro de Bostwick é um instrumento utilizado para avaliar a consistência de produtos viscosos na indústria de alimentos. Suas dimensões variam amplamente, sem um padrão estabelecido. Exemplos incluem diferentes modelos à venda na internet com variações de tamanho. O dispositivo desenvolvido possui dimensões notáveis de 35x8x8 cm e foi desenvolvido como parte de um projeto acadêmico na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. **Resultados:** Para medir a consistência do *ketchup*, foram testados diferentes volumes em um consistômetro construído, mantendo um tempo de 30 segundos para a medição. Os resultados variaram de 0,1 cm/s para 100 ml a 0,5 cm/s para 400 ml. A calibração do equipamento considerou o volume de 400 ml, que percorreu 15 cm em 30 segundos, seguindo o padrão de Bostwick. Outros estudos relataram valores de consistência para produtos semelhantes, demonstrando a importância desse parâmetro na avaliação de alimentos. **Conclusão:** Com base nos resultados obtidos e nas informações apresentadas, a construção do consistômetro para medição da consistência do *ketchup* revela uma variedade de dimensões e metodologias utilizadas. A variedade de equipamentos disponíveis no mercado destaca a necessidade de padronização e métodos bem definidos para garantir resultados comparáveis e confiáveis na indústria de alimentos.

Palavras-chaves: Consistômetro; equipamento; alimentos.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE PRODUTOS LÁCTEOS DE KEFIR

Rafael Lopes de Alcântara¹; Isabelle da Silva Correia²; Lucas de Barros Rodrigues de Freitas³ José Carlos de Andrade Alves⁴, Maria Clara Primo de Farias⁵

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos-PPGCTA – UFRPE; E-mail: rafael.alcantara@ufrpe.br

²Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos-PPGCTA – UFRPE; E-mail: isabelle.correia@ufrpe.br

³Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos-PPGCTA – UFRPE; E-mail: lucas.brfreitas@ufrpe.br

⁴Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos-PPGCTA – UFRPE; E-mail: josecarlos.alves@ufrpe.br

⁵Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos-PPGCTA – UFRPE; E-mail: clara.farias@ufrpe.br

Introdução: A crescente busca por alimentos com potenciais benefícios à saúde tem elevado o consumo de alimentos probióticos. O kefir é uma matriz de polissacarídeos, bactérias ácido-láticas, ácido-acéticas e leveduras e demais microrganismos vivendo em simbiose, variando conforme a origem e a forma de cultivo dos grãos, podendo ser lácteo ou de água.

Objetivo: O estudo objetivou caracterizar físico-quimicamente amostras de leites fermentados e iogurte de kefir comercializados informalmente na Região Metropolitana do Recife. **Métodos:** Três amostras, identificadas como K1, K2 e K3, foram adquiridas diretamente com os produtores localizados na Região Metropolitana de Recife, Pernambuco. Foram utilizados dois leites fermentados e um iogurte natural de kefir. Foram feitas as análises de: cor instrumental pelo sistema CIELab com o colorímetro Konica Minolta CR-400; pH com um pHmêtro Tec-3MP; atividade de água com o AquaLab 4 TE; e sólidos solúveis pelo grau Brix com refratômetro Master-BC, nesta etapa as amostras foram previamente centrifugadas a 1.500 rpm por 5 minutos. **Resultados:** Com relação a análise colorimétrica, o teor de luminosidade da amostra K2 se mostrou baixo e indicou componente de cor vermelha e amarela, em contrapartida as amostras K1 e K3, mais claras, não diferiram significativamente, e apresentaram cromaticidade verde e amarela. Quanto ao pH, as amostras K1 e K2 se mostraram mais ácidas com suas médias na faixa de 4,06 a 4,08, dentro dos parâmetros para bebidas lácteas a base de kefir, a amostra K3, por sua vez, apresentou valor menos ácido (4,17). Referente a análise de atividade de água, as amostras K1 e K3 têm valores médios ligeiramente mais elevados (0,961 e 0,960, respectivamente) enquanto a amostra K2 (0,9571) mostrou-se ligeiramente inferior. Na avaliação dos sólidos solúveis, as amostras K1 e K2 obtiveram Brix consistentes (6 e 12, respectivamente) em comparação a amostra K3 que oscilou de 5.8 a 6. **Conclusão:** Diante dos resultados obtidos das amostras de leite fermentado e iogurte a base de kefir, apresentaram diferenças notáveis em termos de cor, acidez, atividade de água e o teor de sólidos solúveis, dando destaque às amostras K2 e K3. Essas variações podem ser atribuídas aos métodos de produção distintos, ingredientes utilizados e a composição dos mesmos, o que ressalta a importância de se realizar uma caracterização físico-química para assim compreender a qualidade e os atributos ideais para esses produtos comercializados de modo informal na Região Metropolitana do Recife.

ELABORAÇÃO DE MOLHO A PARTIR DO CAFÉ EXTRAÍDO A FRIO (COLD BREW).

Evelyne Luise de Oliveira Cunha¹; Raul Julio Ribeiro de Brito²; Michelle Rayssa Pereira de Melo³

¹Estudante do Curso de Bacharelado em Ciências do Consumo - DCC – UFRPE.

²Estudante do Curso de Bacharelado em Ciências do Consumo - DCC – UFRPE.

³Docente/pesquisador do Depto de Ciências do Consumo – DCC – UFRPE.

O Brasil é um país que atualmente possui 142 cultivares de café arábica (*Coffea arábica*) registradas. Em Pernambuco segundo Associação Brasileira de Café, a cultura do café encontra-se nos municípios Taquaritinga do Norte, Garanhuns e Brejão, devido às condições de clima e altitude. Segundo dados de consumo de 2022, o consumo de sacas chegou a 21,3 milhões, tendo o Brasil como maior consumidor de cafés nacionais e o segundo maior do mundo. Tendo em vista a importância do café no cenário brasileiro e mundial a grande demanda por produtos alimentícios, mais saudáveis, este trabalho objetiva desenvolver um molho a partir do café (cold brew) e menos aditivos. O molho foi preparado a partir de um xarope simples de açúcar mascavo e goma guar (0,7%), esta base foi reduzida, adicionada de café Cold Brew, e os seguintes ingredientes: manjeriço (0,5%), cebola (0,7%), sal (0,5%) e água, num total de 100mL de molho. As análises físico-químicas do molho obtiveram, 67% para o teor de umidade, 98% de minerais, e 4,7 para pH. Para análise de açúcares totais, obteve-se um teor de 56%, e acidez total de 0,4. E observou-se, que ao comparar os resultados obtidos molho preparado com polpa de maracujá da caatinga e três tipos de açúcares, os mesmos, foram bastante semelhantes em termos de Brix e pH quando comparados, enquanto que o molho preparado com o açúcar orgânico e maracujá apresentou maior acidez e teor de sólidos solúveis que os resultados obtidos com o molho de café, indicando que mesmo que o café especial apresente maior acidez que os cafés tradicionais, não elevou tanto assim o teor de acidez. Já ao pesquisar sobre molho de tomates, vimos que o trabalho feito por outros pesquisadores apresentou teor de 93,45 de umidade, $1,50 \pm 0,24\%$ de cinzas e $4,03 \pm 0,1\%$ de carboidratos totais. Estes resultados diferiram dos reportados para molhos de tomate industrializados, que apresentaram 88,1% de umidade, 7,7% de carboidratos, 1,9% de cinzas, bem como foram também diferentes dos resultados no molho pesquisado. Concluímos que o molho de café de cold brew, estava dentro dos padrões físico-químicos encontrados na literatura.

Palavras-chave: Café; coldbrew; consumo; extração a frio; coffea arábica.

CAPÍTULOS DE LIVRO



ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E FÍSICO E OU QUÍMICAS DOS ALIMENTOS



ANÁLISE, QUANTIFICAÇÃO E CONFORMIDADE DO TEOR DE GORDURA EM MORTADELAS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE GARANHUNS-PE

Jadielson Francisco Silva de Melo¹; Raimundo Bernadino Filho²; José Fernando da Silva³; Larissa Mylena Mendes Dias⁴; Karina Barbosa dos Santos⁵

¹Estudante do curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE; E-mail: jadielsonmelloo@gmail.com

²Docente no departamento de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE

³Estudante do curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE

⁴Estudante do curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE

⁵Estudante do curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE.

Resumo: A gordura é um dos principais ingredientes adicionados em mortadelas durante sua produção industrial, onde o seu elevado consumo pela população pode acarretar em sérios problemas de saúde aos indivíduos. Buscando analisar o teor de gorduras totais em mortadelas, foram selecionadas quatro marcas distintas de mortadelas mistas comercializadas na cidade de Garanhuns-PE, realizado as análises através da metodologia do Instituto Adolfo Lutz para determinação de gorduras totais e feito a comparação com o rótulo e a legislação vigente. As mortadelas foram nomeadas em quatro denominações, sendo M1, M2, M3 e M4, onde a marca M1 apresentou valor de 15,50 %, a M2 de 20,85 %, M3 22,09 % e a M4 de 15,68 %. Todas as marcas de mortadelas estavam dentro do limite máximo de gordura exigido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) referente ao produto. Segundo a RDC N° 429, de 8 de outubro de 2020, os valores declarados nos rótulos nutricionais de alimentos podem apresentar uma variação de 20% para mais ou para menos. Das marcas analisadas, apenas a M1 apresentou uma variação acima de 20%, obtendo um valor de 34,04% para menos, resultando na não conformidade do valor da análise com o valor estabelecido em seu rótulo. Através dos resultados obtidos, foi possível identificar o valor real de gordura presente em diferentes marcas de mortadelas, onde teve marcas em que os resultados estiveram bem próximos aos apresentados no rótulo, como também, teve produtos que apresentaram valores significativamente distantes.

Palavras-chave: Gordura, lipídio, mortadela, produto cárneo

INTRODUÇÃO

É considerado produtos ou derivados de carnes, aqueles alimentos cujo no seu processo de preparação foi utilizado partes total ou parcialmente de carnes, miúdos ou gorduras e subprodutos comestíveis, obtidos através de animais proveniente de abate, como também de outras espécies (1).

Entre os derivados de carnes inclui-se a mortadela mista, que por ser um produto de vasto meio de fabricação, tem uma alta aceitabilidade entre os consumidores brasileiros, podendo ter em sua composição uma combinação de partes de carnes de diferentes tipos de animais, tais como carne suína, bovina, caprina e de aves (2).

Em decorrência da praticidade de preparo e por possuírem nutrientes que alimentam e saciam a fome rapidamente, a mortadela se torna vastamente consumida por todas as classes populares. No entanto, um dos maiores males da mortadela está relacionada a quantidade de gordura que pode chegar até 30%, onde quando comparado com a carne vermelha (bovina) que se tem entre 4 a 6 % de gordura, a diferença acaba sendo bem considerável, sendo então o consumo demasiado deste tipo de produto pode ser prejudicial à saúde humana, podendo ocasionar aumento da pressão arterial, excesso de gordura no sangue, obesidade entre outras que causam problemas relacionados ao coração (3).

A mortadela é classificada como um produto cárneo emulsionado, onde a legislação brasileira define esses produtos como produtos cárneos obtidos de uma emulsão com carne de uma ou mais espécies de animais, com adição ou não de gordura, de pele, de miúdos e de partes animais comestíveis, com adição de ingredientes e de condimentos específicos, embutido em envoltório natural ou artificial, e para cada produto cárneo emulsionado, é submetido um processo térmico característico (4). Esses emulsionados são caracterizados por apresentarem um dos mais altos teores de gordura dentre todos os tipos de produtos cárneos, sendo significativas fontes alimentares deste componente podendo conter até 30% em sua composição.

Os lipídios podem ser considerados substâncias que são extraídas de fontes de animais, vegetais e microbiana, que tem pouca solubilidade em água e miscível em solventes orgânicos, como no caso do hexano usado para a extração da gordura pelo método de Soxhlet (5). Este método tem uma grande eficiência na extração pelo fato da amostra está sempre em contato com o solvente, como também, de ser de fácil manipulação que resulta em uma extração de gordura mais eficiente quando comparado a outros métodos (6).

A gordura utilizada na elaboração de mortadelas está presente na própria matéria-prima e adicionada intencionalmente com o propósito de melhorar a etapa de emulsão e conferir características sensoriais desejáveis, como textura, sabor e aparência, sendo um ingrediente fundamental na elaboração desses tipos de alimentos e sua substituição por ingredientes semelhantes e com apelo funcional vem sendo estudado por pesquisadores brasileiros (7).

A rotulagem nutricional no Brasil é regulamentada pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) nº 429/2020, onde regulamenta as informações essenciais que devem ser informadas no rótulo para o consumidor, indicando as propriedades nutricionais dos alimentos, tais como: o valor energético e de carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibras alimentares e sódio. Em relação à composição nutricional dos produtos, é admitida uma tolerância de no máximo 20% em relação aos valores de nutrientes declarados no rótulo (8). A conformidade dos componentes da rotulagem nutricional com o real teor presente no alimento deve seguir o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade específico para cada produto, no entanto, é possível que algumas não conformidades sejam encontradas quando comparada a informação citadas nos rótulos com análises de composição centesimal do alimento.

Diante deste cenário, o presente estudo teve como objetivo analisar o teor de gorduras totais em quatro marcas de mortadelas mistas comercializadas na cidade de Garanhuns – PE para assim se ter uma noção das conformidades das informações contidas na rotulagem nutricional de mortadelas com a quantidade real presente em cada amostra analisada, a fim de confrontar essas informações e verificar se as indústrias estão informando de forma clara a quantidade real de gordura presente nesses produtos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nas dependências do Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados e no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE) em Garanhuns-PE. As amostras foram adquiridas em estabelecimentos comerciais na cidade de Garanhuns.

Foram realizadas análises em triplicata em quatro marcas nacionais de mortadela mista de uma mesma classificação de acordo com os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade do produto selecionado.

Para a seleção das amostras foi feita uma pesquisa nos principais mercados situados na cidade de Garanhuns, após o levantamento das marcas mais comercializadas (segundo os atendentes dos balcões de frios), foram selecionadas as quatro marcas de mortadela mista. A codificação das marcas foi feita da seguinte maneira: Amostra M1 (Figura 1), Amostra M2 (Figura 2), Amostra M3 (Figura 3) e Amostra M4 (Figura 4). Como nos rótulos apresentavam o valor para uma porção de 40 gramas, foi feita uma conversão para 100 gramas em todas as marcas selecionadas (Tabela 1).

As amostras foram retiradas de suas embalagens e cortadas em pequenos pedaços e condicionadas a trituração, sendo posteriormente adicionada em um recipiente fechado e transportada do Laboratório de Carnes para o Laboratório de Análise de Alimentos no mesmo prédio para a devida análise.

A extração de gordura foi realizada pelo método de extração Soxhlet (Figura 5) na presença de hexano, na qual o solvente orgânico (hexano) extrai os lipídeos que são quantificados através da pesagem do resíduo após a eliminação do solvente (Figura 6) (9).

As análises foram feitas em triplicata onde iniciou-se condicionando na estufa com circulação de ar a 105°C 3 balões de fundo chato de 250 ml, 3 papéis filtro e 3 barbantes de 40 cm durante uma hora (Figura 7), em seguida ficaram na estufa por 15 minutos e assim pesou-se os balões e o papel filtro juntamente com o barbante e posteriormente foi pesado aproximadamente 3 gramas da amostra triturada. Cada amostra foi colocada dentro do aparelho extrator de Soxhlet, e adicionado 150 mL do reagente hexano em cada balão de fundo chato, onde o processo de extração ocorreu durante 8 horas (Figura 5). Logo após, os três balões com a gordura foram secos em estufa com circulação de ar a 105 °C por 1 hora. Em seguida os balões ficaram no dessecador por 20 minutos e depois pesados na balança analítica, este processo de secagem foi realizado até obtenção de peso constante da gordura (Figura 6). Após obter o peso do balão com gordura, foi feito o cálculo de porcentagem em cada amostra utilizando a Equação 1.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção 40 g (3 ½ fatias)		
QUANTIDADE POR PORÇÃO		% VD (*)
Valor energético	114 kcal = 479 kJ	6
Carboidratos	2,6 g	1
Proteínas	4,8 g	6
Gorduras totais	9,4 g	17
Gorduras saturadas	3,2 g	15
Gorduras trans	0 g	**
Fibra alimentar	0 g	0
Sódio	540 mg	22

(*) % Valores Diários 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.

Figura 1 – Rótulo M1

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção 40 g (3 1/2 fatias)		
QUANTIDADE POR PORÇÃO		%VD(*)
VALOR ENERGÉTICO	113 kcal = 475 kJ	6
CARBOIDRATOS	2,4 g	1
PROTEÍNAS	4,8 g	6
GORDURAS TOTAIS	9,4 g	17
GORDURAS SATURADAS	3,2 g	15
GORDURAS TRANS	0 g	(**)
FIBRA ALIMENTAR	0 g	0
SÓDIO	540 mg	23

(*) % VALORES DIÁRIOS 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.

Figura 2 – Rótulo M2

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
PORÇÃO DE 40 g (5 FATIAS)		
QUANTIDADE POR PORÇÃO		% VD (*)
VALOR ENERGÉTICO	101 kcal = 423 kJ	5%
CARBOIDRATOS	2,4 g	1%
PROTEÍNAS	4,8 g	6%
GORDURAS TOTAIS	8,0 g	15%
GORDURAS SATURADAS	3,0 g	14%
GORDURAS TRANS	0 g	**
FIBRA ALIMENTAR	0 g	0%
SÓDIO	650 mg	27%

(*) VALORES DIÁRIOS DE REFERÊNCIA COM BASE EM UMA DIETA DE 2.000 kcal

Figura 3 – Rótulo M3

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
PORÇÃO DE 40 g (4 FATIAS)		
QUANTIDADE POR PORÇÃO		%VD(*)
VALOR ENERGÉTICO	98 kcal = 410 kJ	5
CARBOIDRATOS	2,6 g	1
PROTEÍNAS	5,5 g	7
GORDURAS TOTAIS	7,2 g	13
GORDURAS SATURADAS	3,7 g	17
GORDURAS TRANS	0 g	**
FIBRA ALIMENTAR	0 g	0
SÓDIO	655 mg	27

*% VALORES DIÁRIOS DE REFERÊNCIA 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. ** VALOR NÃO ESPECIFICADO.

Figura 4 – Rótulo M4



Figura 5 – Extrator de soxhlet



Figura 6 – Gordura extraída



Figura 7 – balões de 250 ml de fundo chato, papéis filtros e barbantes

$$\%Lipídeos \left(\frac{g}{100g} \right) = \frac{(\text{peso do balão} + \text{gordura}) - \text{peso do balão}}{\text{peso da amostra úmida}} \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises realizadas estão apresentados na Tabela 1 juntamente com o desvio padrão de cada média, como também os valores presentes na tabela nutricional e o valor máximo exigido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) para a mortadela.

Tabela 1: Valores de gordura em % encontrados nas análises, valores informados nos rótulos e os valores de referência no RTIQ.

Mortadelas	Teor de lipídios %	Teor informado no rótulo %	Limite máx. permitido %
M1	15,50 ± 0,33	23,50	30
M2	20,85 ± 0,86	23,50	30
M3	22,09 ± 0,30	20,00	30
M4	15,68 ± 0,75	18,00	30

Analisando a Tabela 1, observa-se que para a análise de gordura na mortadela mista, obteve-se valores que variam de 15,50 a 22,09%, onde a mortadela M1 apresentou o menor valor (15,50 %) e a marca M3 a maior porcentagem de gordura (22,09 %). Essa variação é justificada pela formulação que cada marca (indústria) tem de seu produto. O RTIQ não determina um limite mínimo de teor de gorduras totais nesses produtos, apenas estabelece um valor máximo de 30%, desta forma, pode-se classificar as amostras de mortadelas como conforme de acordo com a legislação vigente no Brasil (10).

Baggio (11), para produtos cárneos processados mistos, analisou o teor de lipídios totais em mortadela, salsicha e salame italiano. Para a mortadela, ela selecionou 4 marcas e verificou que os valores de lipídeos (g/100g) variam de 18,5 a 23,6 g/100g, apresentando uma proximidade com os resultados obtidos nesta pesquisa nas amostras M2 (20,85 %) e M3 (22,09 %).

De Sousa (3) realizou análise de gordura em diversos tipos de produtos cárneos, onde para mortadela ela encontrou 17,50 g/100g, sendo este valor maior que aos encontrados nesta pesquisa nas marcas M1 e M4 e menor aos das marcas M2 e M3.

Costa *et al.* (12) em sua pesquisa intitulada como avaliação da qualidade e conformidade da rotulagem nutricional de mortadelas comercializadas em Ituiutaba – MG, encontrou valores para lipídeos totais em marcas de mortadelas que variam entre 12,02 % à

20,61 %, onde as marcas M1 e M4 estiveram neste intervalo e a M2 e M4 ficaram um pouco acima.

A quantidade de lipídios totais encontrados nas marcas M2, M3 e M4, quando comparado com os valores informados nas embalagens e feita a diferença dos valores dos rótulos ao desta pesquisa foi de - 11,3 % (M2), + 9,46 % (M3) e - 12,89 % (M4), indicando que os três valores de gorduras totais nas embalagens dos produtos analisados estão próximos aos valores estabelecidos em seus rótulos.

A marca M1, quando feita a comparação do valor obtido na análise com o informado em seu rótulo, a diferença foi de - 34,04 %, indicando que a quantidade de lipídios totais encontrada está distante ao valor apresentado na embalagem do produto.

O teor de gordura pode variar no decorrer da cadeia de produção de produtos cárneos até chegar na mesa do consumidor, fatores como exposição a luz, abertura da embalagem e forma de armazenamento podem influenciar na oxidação dos lipídeos proporcionando uma redução na quantidade de gordura do alimento. Outro fator que pode ser levado em consideração em relação da diferença dos valores obtidos nas análises com dos informados nos rótulos dos produtos é a metodologia utilizada pelo fabricante, onde pode ser diferente da utilizada nesta pesquisa, cuja metodologia utilizada foi a do Instituto Adolfo Lutz (9).

Segundo a RDC N° 429, de 8 de outubro de 2020 (8), os valores declarados nos rótulos nutricionais de alimentos podem apresentar uma variação de 20% para mais ou para menos. Das marcas analisadas, apenas a M1 apresentou uma variação acima de 20%, obtendo um valor de 34,04% para menos, resultando na não conformação do valor da análise com o valor estabelecido em seu rótulo. As demais marcas de mortadelas apresentaram variações que não ultrapassaram esse limite de 20% em relação ao que foi descrito no produto, demonstrando uma boa padronização de seus processos, conforme demonstrado na Tabela 1.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento desta pesquisa possibilitou a análise do teor de gorduras totais em mortadelas de empresas que comercializam seus produtos na cidade de Garanhuns - PE.

Os dados obtidos nas análises nas marcas M2, M3 e M4 estavam em conformidade com os declarados na rotulagem de cada produto analisado, não ultrapassando o limite de variação 20% para mais ou para menos, ao qual estabelece a RDC N° 429, de 8 de outubro de 2020, já a marca M1 ultrapassou esse limite no valor de 34,04 % para menos, acarretando na não conformidade do produto. Desta forma, pode-se classificar as demais amostras analisadas como conforme de acordo a legislação vigente no Brasil.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para a mortadela, estabelece um valor máximo de gordura em 30 %, foi possível observar que nas quatro marcas os valores encontrados não ultrapassaram esse valor, indicando conformidade em relação a legislação vigente para lipídeos totais nas mortadelas analisadas.

O valor estabelecido pelo RTIQ e a variação estabelecida pela RDC N° 429 de 8 de outubro de 2020, devem estar balanceadas entre si, pois não adianta o produto estar respeitando o limite de variação de 20 % para mais ou para menos e estar ultrapassando o limite máximo estabelecido pela legislação, indicando a importância da padronização correta do produto, para assim ficar em conformidade com as legislações vigentes e fornecer um produto seguro para seus consumidores.

Esse tipo de análise é de extrema importância para a identificação de possíveis fraudes, através delas é possível identificar a conformidade dos produtos consumidos pela população. Fica a indicação para a realização de novas análises em vários outros produtos,

tais como gorduras, fibras, carboidratos, proteínas, entre outros, para assim saber a real situação dos produtos comercializados.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos vão para a UNIVERSIDADE FEDERAL DO AGRESTE DE PERNAMBUCO (UFAPE) e ao Cnpq pelo incentivo, apoio financeiro e pelo espaço cedido para a realização das análises. Agradeço também ao GRUPO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DE CARNES, PESCADOS E DERIVADOS (GPCARNES), pelo apoio nas análises e suporte durante a pesquisa, como também agradeço ao meu orientador Prof^o Dr. Raimundo Bernadino Filho pela orientação necessária ao longo deste projeto.

REFERÊNCIAS

1. Pereda, Juan A. Ordóñez. Tecnologia de Alimentos: Alimentos de Origem Animal. vol. 2. Artmed; 2005.
2. Madruga M. S; Guerra I. C. D; Félex S. S. S; Meireles B. R. L. A; Benevides S. D; Bonfim M. A. D. Produção de mortadelas para agregação de valor à carne caprina. Sobral – CE; 2010. (ISSN1676-7675).
3. De Sousa, Camila Cristina Avelar. Análise dos teores de gorduras totais e saturadas descritos nos rótulos de produtos cárneos comercializados no Brasil [dissertação]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2022.
4. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Diário Oficial da União. Brasília (DF), 29 de Mar. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9013.htm . Acesso em: 04 de abril de 2023.
5. Siqueira, J. A. A. Comparação de dois métodos pra extração e lipídios em cabeça de camarão (*Litopenaeus vannamei*) e separação das classes lipídicas [TCC]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2006.
6. BRUM A. A. S., De Arruda L. F., Regitano-d'Arce M. A. B. Extraction methods and quality of the lipid fraction of vegetable and animal samples. *Quim Nova*. 2009; 32: 849-854.
7. HUBER, Eduardo et al. Desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados de frango (hambúrguer e empanado) com adição de fibras vegetais como substitutos totais de gordura [tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2012.
8. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC no 429, de 08 de outubro de 2020. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br> . Acesso em 26 de março de 2023.
9. 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, 1ª edição digital, 2008.
10. BRASIL. Leis, decretos, etc. Instrução Normativa nº 4 de 31 de mar. 2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 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, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 abr. 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/suasa/regulamentostecnicosde-identidade-e-qualidade-de-produtos-de-origem-animal-1/rtiq-carneos-e-seus-derivados1> Acesso em: 13 de abr de 2023.

11. Baggio S. R. Óxidos de colesterol, colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em produtos cárneos processados [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); 2004.
12. COSTA N. V; Pereira L. N; Silva M. L. F; Ferreira I. M. Avaliação da qualidade e conformidade da rotulagem nutricional de mortadelas comercializadas em Ituiutaba-mg. Gramado – RS; 2018.

QUANTIFICAÇÃO E CONFORMIDADE DO TEOR DE GORDURA EM SALSICHAS COMERCIALIZADAS NA CIDADE DE GARANHUNS - PE

Larissa Mylena Mendes Dias¹; Raimundo Bernadino Filho²; Karina Barbosa dos Santos³ Aline Samara Moraes Silva⁴ e Jadielson Francisco Silva de Melo⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: larissammdias0@gmail.com

²Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – UFAPE

Resumo: A gordura é um dos principais ingredientes adicionados em produtos cárneos emulsionados durante sua produção industrial e seu elevado consumo pela população pode acarretar em sérios problemas de saúde aos indivíduos. Nesta pesquisa, objetivou-se analisar e identificar a quantidade de gorduras totais presente em salsichas mistas comercializados na cidade de Garanhuns, Pernambuco e comparar os resultados encontrados com as informações informadas nos rótulos de cada produto. A denominação das marcas foi feita da seguinte maneira: Amostra S1, S2, S3 e S4. Todos os rótulos das amostras informavam um valor um pouco maior na embalagem quando comparado com o valor determinado nas análises laboratoriais, mesmo assim, todas as marcas apresentaram resultados dentro do limite máximo de gordura exigido pela Instrução Normativa N° 4, de 31 de março de 2000, que estabelece o limite máximo de 30% de gordura em salsicha. Através das análises realizadas, foi possível identificar o valor real de gordura presente nas marcas de salsicha analisadas, onde os resultados deram possibilidade de verificar que em algumas marcas os valores apresentados nos rótulos estão superiores aos dos valores analisados, contudo, pela legislação é permitido ter essa divergência. Desta forma, pode-se afirmar que todas as amostras analisadas neste trabalho estavam de acordo com a legislação.

Palavras-chave: produto cárneo; salsicha; lipídio; presunto.

INTRODUÇÃO

Os produtos embutidos têm sido cada vez mais consumidos no Brasil, devido a mudança de estilo de vida dos consumidores e a tendência ao consumo de alimentos de preparo fácil e rápido. Prova disso, os produtos cárneos industrializados tornaram-se opção crescente entre a população e a salsicha do tipo *hot dog* tem se destacado devido a sua praticidade, baixo custo e sabor (1)

De acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), que disciplina a fiscalização e a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, a salsicha é o produto cárneo obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais, com adição ou não de gordura, de pele, de miúdos e de partes animais comestíveis, com adição de ingredientes e de condimentos específicos, embutido em envoltório natural ou artificial de calibre próprio, e submetido a processo térmico característico (2). Sendo assim, um dos embutidos mais consumidos pela sociedade, é composta por gordura e carne, que são a fase sólida, dispersa em água (fase líquida),

obtendo uma matriz relativamente estável, contendo em sua composição carnes de diferentes tipos de animais e sal, sendo possivelmente adicionado carne mecanicamente separada que pode conter até 60% de salsichas comuns, miúdos de diversos tipos de espécies de animais, sendo integrado até 10% de vísceras (estômago, coração, língua, rins, miolos e fígados), tendões, pele e gorduras (3). Suas características físico química são: amido (máx. 20%), carboidratos totais (máx. 7,0%), umidade (máx. 65%), gordura (máx. 30%), proteína (min. 12%) e teor de cálcio em base seca (0,9%) (4).

Atualmente no Brasil, encontramos entre seis e sete tipos de salsichas, onde as mesmas se diferem pelo tipo de carne presente no produto e quantidade de miúdos incorporados a massa base, os tipos mais encontrados são salsicha tipo “hot dog” considerada a salsicha comum com variações entre tipos de carnes, podendo conter até 60% de miúdos e as salsichas Frankfurt e Viena as quais possuem uma porcentagem maior de carne, podendo ela ser bovina ou suína, e gordura, segundo a legislação vigente IN 4 de 2000, estes dois tipos não podem possuir miúdos ou carnes mecanicamente separadas (CMS), porém as mesmas possuem uma variação de menor custo de produção que seria as salsichas tipo Frankfurt e tipo Viena onde a introdução de miúdos e CMS são legalizadas desde que não ultrapassem o limite de 40% (5)

Os produtos embutidos emulsionados caracterizam-se pelo elevado grau de divisão dos seus constituintes, e pelo emulsionamento da gordura, tornando-a invisível e melhorando o sabor e a textura do produto final. O tratamento térmico garante a esse tipo de produto uma consistência sólida, que se mantém mesmo quando o produto volta a ser aquecido (6). Além disso, são caracterizados por apresentarem um dos mais altos teores de gordura dentre todos os tipos de produtos cárneos, sendo significativas fontes alimentares deste componente podendo conter até 30% em sua composição.

A gordura utilizada na elaboração de produtos cárneos emulsionados está presente na própria matéria-prima e adicionada intencionalmente com o propósito de melhorar a etapa de emulsão e conferir características sensoriais desejáveis, como textura, sabor e aparência. É um ingrediente fundamental na elaboração desses tipos de alimentos e sua substituição por ingredientes semelhantes e com apelo funcional vem sendo estudado por pesquisadores brasileiros. Sendo assim, o consumo demasiado de salsicha pode ser prejudicial à saúde, devido ao seu teor de gordura.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a recomendação de consumo diário de gorduras totais na dieta deve ser inferior a 30% do valor energético total (VET) e uma das ferramentas que ajudam o consumidor a entender e regular a sua dieta são as informações nutricionais disponibilizadas na embalagem dos alimentos. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é o órgão responsável por criar normas e regulamentos com relação às informações declaradas na rotulagem nutricional de qualquer alimento. Dessa maneira, a rotulagem nutricional é destinada a informar ao consumidor as propriedades nutricionais do alimento, a declaração do valor energético, de carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibras alimentares e sódio.

Contudo, para fins de fiscalização, aplicam-se as seguintes tolerâncias em relação a quantidade do valor energético, carboidratos, açúcares totais, açúcares adicionados, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, sódio e colesterol do alimento não podendo ser superiores a 20% do valor declarado no rótulo (7).

Diante deste cenário, faz-se necessário uma análise do teor de gordura para se ter uma noção das conformidades das informações contidas na rotulagem nutricional de salsichas com a quantidade real presente em cada amostra analisada, a fim de confrontar essas informações e verificar se as indústrias estão informando de forma clara a quantidade real desse componente.

Sendo assim, o objetivo do trabalho é analisar e identificar a quantidade de gorduras totais presente em salsichas comercializadas na cidade de Garanhuns, Pernambuco e comparar com as informações contidas nos rótulos de cada produto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nas dependências do Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados e no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), Garanhuns-PE.

As amostras foram adquiridas em estabelecimentos comerciais da cidade de Garanhuns – PE e para a seleção foi feita uma pesquisa nos principais mercados do município. Após o levantamento das marcas, foram selecionadas as quatro marcas de salsicha que mais se repetiam entre os estabelecimentos e que eram mais comercializadas, segundo os atendentes do setor de frios.

As salsichas eram mantidas sob refrigeração de em média 4°C e todas as amostras estavam dentro do prazo de validade. A denominação das marcas nesta pesquisa foi feita da seguinte maneira: amostra S1, amostra S2, amostra S3. e amostra S4. Onde foram classificadas de acordo com os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade, conforme a Instrução Normativa no 4, de 31 de março de 2000 (4).

- Análise do teor de gordura contida na rotulagem nutricional

Dentre os nutrientes constantes nos rótulos das amostras, foi analisado apenas o teor de gordura total (g/100g de produto) com base na Resolução RDC n. 429/2020 (7)

- Determinação do teor de gordura

A extração de gordura foi realizada pelo método de extração de Soxhlet na presença hexano, na qual o solvente orgânico (hexano) extrai os lipídios que são quantificados através da pesagem do resíduo após a eliminação do solvente (8).

Cada amostra foi retirada de sua embalagem e triturada em liquidificador doméstico, sendo posteriormente submetida às análises. Pesou-se aproximadamente 3 gramas da amostra úmida em papel filtro, anotado o peso e amarrado com barbante. A amostra foi colocada dentro do aparelho extrator de Soxhlet, e posteriormente adicionado 150 mL do reagente hexano em cada balão de fundo chato. O processo de extração ocorreu durante 8 horas (Figura 1). Todas as análises foram realizadas em triplicata.



Figura 1. Extração de gordura da salsicha, no Soxhlet na presença de hexano

Após as 8 horas de extração da gordura, foi retirado o papel filtro com a amostra de dentro do extrator de Soxhlet e o balão com a gordura foi seco em estufa a 105 °C até o peso constante (Figura 2). Após isso foi feito o cálculo de porcentagem de gordura utilizando a Equação 1, e por fim feito a média de cada porcentagem, seguindo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (8).



Figura 2. Balão Volumétrico com a gordura da salsicha extraída

$$\% \text{ Lipídios (g/100g)} = \frac{\text{pf} - \text{pb}}{\text{pa}} \quad (\text{Equação 1})$$

pf: peso final do balão + gordura

pb: peso do balão volumétrico

pa: peso da amostra

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das análises do teor de gordura das amostras Salsicha.

Tabela 1 - Resultados da análise de gordura para as diferentes amostras

	Valor encontrado em g/100g	Valor informado no rótulo para g/100g*	Valor de referência no RTIQ**
Amostra S1	12,00 ± 0,88	19,80	30,00
Amostra S2	12,66 ± 0,77	16,00	30,00
Amostra S3	18,70 ± 1,73	19,05	30,00
Amostra S4	6,93 ± 2,83	17,00	30,00

* Valor informado no rótulo da embalagem pelo fabricante

** Valor de referência de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Produto (RTIQ)

Oliveira (9) em seu trabalho avaliou os valores de lipídeos em quatro marcas de salsicha nacionais, obtendo resultado 17,04%, 28,09%, 31,08% e 18,57%, Apesar de uma das marcas testada pelo autor estar acima do valor permitido pela normativa, uma de suas amostras possuía valor semelhante ao encontrado para a amostra S3. Somado a isso, Dana (3) em sua pesquisa para avaliação físico-químicas e microbiológica de salsichas na cidade de Joinville/SC, encontrou valores de lipídios em intervalo de 16,68 – 20,28 g/100g, e quando se compara com os valores obtidos nesta análise, novamente apenas a S3 esteve nessa faixa.

Pacheco (10) analisou a quantidade de lipídeos em 3 diferentes marcas comercializadas no comércio local da cidade de Uberaba-MG, encontrando valores bem abaixo dos trabalhos citados na Tabela 1, sendo 7,04%, 11,02% e 5,84%, quando se compara aos valores obtidos neste trabalho, apenas a amostra S4 está nessa faixa.

Sousa (11), realizou avaliação bromatológica de salsichas e adequação da rotulagem à legislação vigente, onde realizou análise de lipídios em 5 marcas diferentes e obteve um intervalo de 13,6 – 23,2 g/100g de gordura na salsicha, quando se compara esses valores com os realizados nesta pesquisa, as marcas S1 e S2 obtiveram uma boa aproximação com os resultados de Sousa, onde a marca S1 teve valor de 12,00 g/100g e a S2 12,66 g/100g de lipídios, e novamente a marca S3 está nesse intervalo com valor de 18,70 g/100g.

Em trabalho feito por Baggio (12) que verificou o teor de lipídios em produtos cárneos processados e adquiridas no comércio de Campinas em São Paulo, verificou que as salsichas apresentaram valores de 10,5 e 13,7%, sendo próximos aos valores encontrados na amostra S1 e S2. De acordo com o mesmo, a variação dos teores encontrados pode estar relacionada com alterações nas formulações de uma marca para a outra, bem como a qualidade e composição da matéria prima utilizada.

Souza (13), verificou os teores de lipídeos em 4 marcas, oriundas de empresas submetidas ao serviço de inspeção federal, comercializadas na cidade de João Pessoa – PB, e os resultados variaram entre 14,32% e 15,30%, valores maiores que o da amostra S1, S2 e S4, porém menor que a amostra S3. Já em uma pesquisa feita por Silva (14), que realizou a avaliação dos Parâmetros físico-químicos de salsichas acondicionadas em diferentes embalagens, relatou uma variação de 12,97 a 25,36% para amostras embaladas a granel, tendo similaridade entre as amostras S1, S2 e S3 analisadas. A mesma aponta que a variação dos valores encontrados, pode ser decorrente da qualidade da matéria prima utilizada na formulação.

CONCLUSÕES

Através das análises realizadas, foi possível quantificar o valor de gordura presente nas marcas de salsicha analisadas, onde os resultados deram possibilidade de verificar que em algumas marcas os valores apresentados nos rótulos estão superiores aos dos valores analisados, contudo, pela legislação é permitido ter essa divergência.

Desta forma, todas as amostras analisadas estavam dentro do limite máximo de gordura exigido pela Instrução Normativa Nº 4, de 31 de março de 2000, que estabelece o limite de 30% de gordura em Salsicha (4). Apesar de terem apresentados teores de gordura abaixo do informado no rótulo, de acordo com a RDC Nº 429, de 8 de outubro de 2020 (7) ela informa apenas que, para fins de fiscalização, o valor de gordura não pode ser superior a 20% do valor declarado no rótulo. Desta forma, pode-se afirmar que todas as amostras analisadas neste trabalho estavam de acordo com a legislação.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos vão para a UNIVERSIDADE FEDERAL DO AGRESTE DE PERNAMBUCO (UFAPE) pelo espaço cedido para a realização das análises, ao CNPq pelo incentivo e o apoio financeiro. Agradeço também ao GRUPO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DE CARNES, PESCADOS E DERIVADOS (GPCARNES), pelo apoio nas análises e suporte durante a pesquisa, como também agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Raimundo Bernadino Filho pela orientação necessária ao longo deste projeto.

REFERÊNCIAS

1. MARTINS, L. L.; SANTOS I. F.; FRANCO R. M.; OLIVEIRA L. A.; BEZZ J. **Avaliação do perfil bacteriológico de salsichas tipo “hot dog” comercializadas em embalagens a vácuo e a granel em supermercados dos municípios Rio de Janeiro e Niterói.** Rev Inst Adolfo Lutz. 2008
2. BRASIL. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (**RIISPOA**). Diário Oficial da União. Brasília (DF), 29 de Mar. 2017.
3. DANA, E. C.; ROSA, T. R. de O. **Avaliação físico-químicas e microbiológicas de salsichas adquiridas no comércio da cidade de Joinville/SC.** Nutrição Brasil, v. 17, n. 2, p. 80-87, 2018.
4. BRASIL. **Instrução Normativa N° 4, 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, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa, Brasília, DF, 31 março de 2000.
5. LIMA, Luana Santos de. **Avaliação das características físicas de salsichas tipo hot dog comercializadas no município de Ponta Grossa.** Graduação (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, p. 28. 2019
6. GUERREIRO, L. **Produção de salsicha.** REDETEC - Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro [Internet], Outubro, 2006. [acesso em 18 abril 2022]. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MzA>
7. BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC no 429, de 08 de outubro de 2020.** Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União, Brasília, DF 2020
8. 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, 1a edição digital, 2008.
9. OLIVEIRA, D. F. de; COELHO, A. R.; SILVEIRA JUNIOR, J. F.; BRAGHINI, F.; BRAVO, C. E. C.; TONIAL, I. B. **Avaliação da qualidade microbiológica e nutricional de salsichas tipo hot dog.** Rev Inst Adolfo Lutz. 2012; 71(4):733-6
10. PACHECO, T. R.; TERRA, E. R. G.; COTRIM, W. da S.; **Efeito da composição centesimal de salsichas sobre sua absorção de água durante cozimento.** Revista Inova Ciência & Tecnologia, Uberaba, p. 30-34, ano 1, n. 1, set./dez., 2015
11. SOUSA, Ana Carolina Santana de. **Avaliação bromatológica de salsichas e adequação da rotulagem à legislação vigente.** Dissertação – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 102. 2012.



12. BAGGIO, Sueli Regina. **Óxidos de colesterol, colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em produtos cárneos processados.** Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, p. 202. 2004
13. SOUZA, Lara Teixeira Ferreira e. **Características físico-químicas de salsichas e mortadelas de frango comercializadas na cidade de João Pessoa – PB.** TCC – Universidade Federal de Pernambuco. Garanhuns, p. 48. 2019
14. SILVA, Maria Eduarda Bolzan Juliana da. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos e qualidade microbiológica de salsichas acondicionadas em diferentes embalagens.** TCC - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, p. 39. 2012

DETERMINAÇÃO ESPECTROMÉTRICA E QUIMIOMÉTRICA DE ADIÇÃO DE SACAROSE COMO ADULTERANTE EM CHÁS DE HORTELÃ

Gustavo Henrique Daniel Santos Silva¹; Maria Vitória Lima Costa Donato¹;
Elisandra Rabêlo da Silva¹; Venancio Ferreira de Moraes Neto²;
Suzana Pedroza da Silva³

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- UFAPE; E-mail: gd30440@gmail.com

¹Estudante de Engenharia de Alimentos- UFAPE; E-mail: vitoriadonato57@gmail.com

¹Estudante de Engenharia de Alimentos- UFAPE; E-mail: rabeloelisandra1@gmail.com

²Doutorando em Ciência de Alimentos/UNICAMP; E-mail: venanciomoraes@hotmail.com

³Docente de Engenharia de Alimentos – UFAPE E-mail:suzana.pedroza@ufape.edu.br

Resumo: O chá é uma bebida do cotidiano da população, sendo consumido diariamente por suas características antioxidantes, tornando-se alvo de adulterações, afim de mascarar o sabor, aumento de peso no produto e aumento de lucratividade para o fornecedor. A Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier acoplado ao suporte de refletância total atenuada (FTIR-ATR) foi utilizada para avaliar a capacidade de detectar diferentes concentrações de adulterações por sacarose (1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 e 45%) adicionadas em chás de hortelã. Foram analisadas amostras de dois fornecedores diferentes de chás de hortelã da cidade Garanhuns-PE para fins de validação. Os resultados foram tratados quimiometricamente afim de discriminar as amostras, de observar a formação, de identificar o aparecimento de grupos considerados semelhantes e de *outliers* através da Análise de Componentes Principais (ACP) e realizadas as leituras dos dados no FTIR-ATR. Observou-se nos espectros bandas características em 2250 – 2380 cm⁻¹ com a formação de pico com intensidade em 2358 cm⁻¹, característico para a identificação dos mesmos. Foram utilizadas amostras puras como padrões, onde apresentaram características de flavonoides, os quais estão ligados à refrescância característica da hortelã. Com os chás adulterados foi possível observar através dos dados espectroscópicos a diminuição desse pico característico com 1% de sacarose como adulterante, responsáveis pelos flavonoides presentes e mascarando o sabor característico do chá. Portanto, a metodologia aplicada com FTIR-ATR e quimiometria para detecção de sacarose em chás de hortelã como adulterante mostrou-se rápida e eficaz.

Palavras-chave: Análise multivariada; Adulterantes; Quimiometria.

INTRODUÇÃO

Diversas plantas são utilizadas como chás e essa utilização está ligada às suas atividades biológicas e respectivamente com a ação antioxidante dos compostos químicos que estão presentes nessas plantas. A eficácia desses compostos é dependente da espécie da planta utilizada, quantidade e tipo de compostos fenólicos presentes nas mesmas (1). O chá verde, produzido a partir das folhas de hortelã (*Mentha Spicata*) é adicionado de água quente, caracterizada por ser uma bebida não alcoólica e uma das mais consumidas no mundo (2).

Com o aumento de consumo de produtos orgânicos o mercado tem surgido com segmento diferente, onde a segurança alimentar, aliada principalmente ao não uso de agrotóxicos constituem fatores capaz de influenciar o consumidor no momento da compra do produto, quando o fornecedor dispõe de diferentes opções para o consumidor, desta forma vem crescendo a conscientização do consumidor em relação à importância dos produtos orgânicos (3).

Por ser um alvo de fácil de adulteração e por estar ganhando potência no mercado, as adulterações por sacarose em chás se tornam cada vez mais comum, devido ao seu baixo custo e alto prazo de validade e falta de análises para detectar essas adulterações, as quais são motivadas por oportunidades econômicas e a baixa probabilidade de detecção da adulteração realizada (4). A sacarose é escolhida como adulterante devido a sua capacidade de mascarar o produto fora da validade de consumo, aumento do peso do produto, capacidade de camuflar visualmente a mal aparência do produto, alteração do sabor e conseqüentemente se tem um maior lucro (5). A adição de sacarose é permitida desde que contenha no rótulo o informe “chá de hortelã com açúcar” segundo a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n.277 de 2005 (6).

A técnica analítica de Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier acoplado ao acessório de refletância atenuada (FTIR-ATR) vem sendo utilizada como ferramenta analítica e precisa, onde não é uma técnica destrutiva de amostra, vantagem devido a sua operação fácil, utiliza pequenas quantidade de amostras. Sendo esta técnica capaz de determinar diferentes constituintes químicos do alimento, esses constituintes estão relacionados as ligações químicas das moléculas, as quais fornecem informações sobre sua composição bioquímica do alimento estudado (7).

Um modo de melhorar essa técnica analítica é a utilização de ferramentas da quimiometria, utilizando de métodos não supervisionados de reconhecimentos de padrões como: Análise de Componentes Principais (ACP), que tem como objetivo discriminar alimentos que passaram por adulterações (8). A utilização dessa ferramenta é uma das mais usadas e mais importante na quimiometria, a qual é responsável para: redução de variáveis, classificação de variáveis, análise exploratória, interpretação de similaridade e antagonismo, agrupamento de dados e ainda detecção de *outliers*, que são dados que diferem drasticamente de todos os outros, sendo assim, eles podem causar anomalias indesejáveis nos resultados obtidos, sendo comumente excluído quando identificado em análises multivariadas (9,10).

Sendo o objetivo deste trabalho montar uma metodologia rápida e eficiente para detectar sacarose adicionada em chás de hortelã como adulterante, através da análise de FTIR-ATR e ACP, para discriminar as amostras adulteradas das puras e, observar os grupos focais formados.

MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de avaliar a possibilidade de distinção entre as amostras de chás consideradas padrões e as amostras adulteradas com a sacarose, foram obtidas por dois fornecedores de produtos orgânicos da cidade Garanhuns, Agreste de Pernambuco. As amostras foram moídas na mesma granulometria para fim de padronização em peneiras de 32 mesh. Com o intuito de identificar a fraude por sacarose, fracionou-se as amostras e foram realizadas as adulterações com os percentuais de sacarose : AA01(amostra adulterada com

adição de 1% de sacarose), AA05 (amostra adulterada com adição de 5% de sacarose), AA10 (amostra adulterada com adição de 10% de sacarose), AA15 (amostra adulterada com adição de 15% de sacarose), AA20 (amostra adulterada com adição de 20% de sacarose), AA25 (amostra adulterada com adição de 25% de sacarose), AA30 (amostra adulterada com adição de 30% de sacarose), AA35 (amostra adulterada com adição de 35% de sacarose), AA40 (amostra adulterada com adição de 40% de sacarose), AA45 (amostra adulterada com adição de 45% de sacarose) e P1 (amostra considerada pura – padrão). As amostras foram lidas no FTIR, no intervalo de 500-4000 cm^{-1} , com 20 varreduras em um Espectrofotômetro FTIR Shimadzu IR Prestige 21, com auxílio do equipamento de refletância atenuada total (ATR). Para a codificação das amostras seguiu-se o planejamento: amostras adulteradas (AA) + fornecedores 1 ou 2 (1 ou 2) + porcentagem de sacarose adicionada como adulterante (1% até 45%) e para amostras puras: P1 (amostra pura proveniente do fornecedor 1) e P2 (amostra pura proveniente do fornecedor 2). Foram realizadas um total de 200 leituras para maior repetibilidade e precisão e, exatidão melhorada (Tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade de leituras realizadas por amostras no FTIR-ATR e porcentagem de sacarose adicionada como adulterante

Amostra	Quantidade de leituras	Porcentagem de sacarose adicionada (%)	Fornecedor (1,2)
AP1	50	Amostra Pura	1
AP2	50	Amostra Pura	2
AA101	5	1	1
AA201	5	1	2
AA105	5	5	1
AA205	5	5	2
AA110	5	10	1
AA210	5	10	2
AA115	5	15	1
AA215	5	15	2
AA120	5	20	1
AA220	5	20	2
AA125	5	25	1
AA225	5	25	2
AA130	5	30	1
AA230	5	30	2
AA135	5	35	1
AA235	5	35	2
AA140	5	40	1
AA240	5	40	2
AA145	5	45	1
AA245	5	45	2
TOTAL	200	--	--

Após a obtenção dos espectros, os dados foram submetidos a tratamentos de alisamento pelo método de Savitzky-Golay e correção de linha de base, ambos pelo software Origin Pro 8.5. Ao passar pelas técnicas de alisamento e a correção de linha de base os dados seguiram também para a software R e RStudio para aplicar a ferramenta de ACP para discriminação dos espectros, consequentemente identificando os grupos focais mais próximos e a identificação de *outliers* para respectiva exclusão necessária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ACP mostrou-se de grande importância, sendo possível observar a presença de *outliers*. Esses *outliers* estavam presentes tanto nas amostras do fornecedor 1 como nas amostras do fornecedor 2. Os *outliers* foram identificados nas amostras adulteradas com o nível de 45% de sacarose adicionada (AA45), a identificação desse *outliers* é importante, para que no momento que se realize o alisamento dos espectros e correção da linha de base não haja uma interferência nos resultados negativamente comprometendo os dados obtidos, consequentemente esses *outliers* são excluídos das demais análises. Para ambos os fornecedores (Figura 1) para os componentes PC1xPC2 (Componente 1 *versus* Componente 2) para ambos fornecedores.

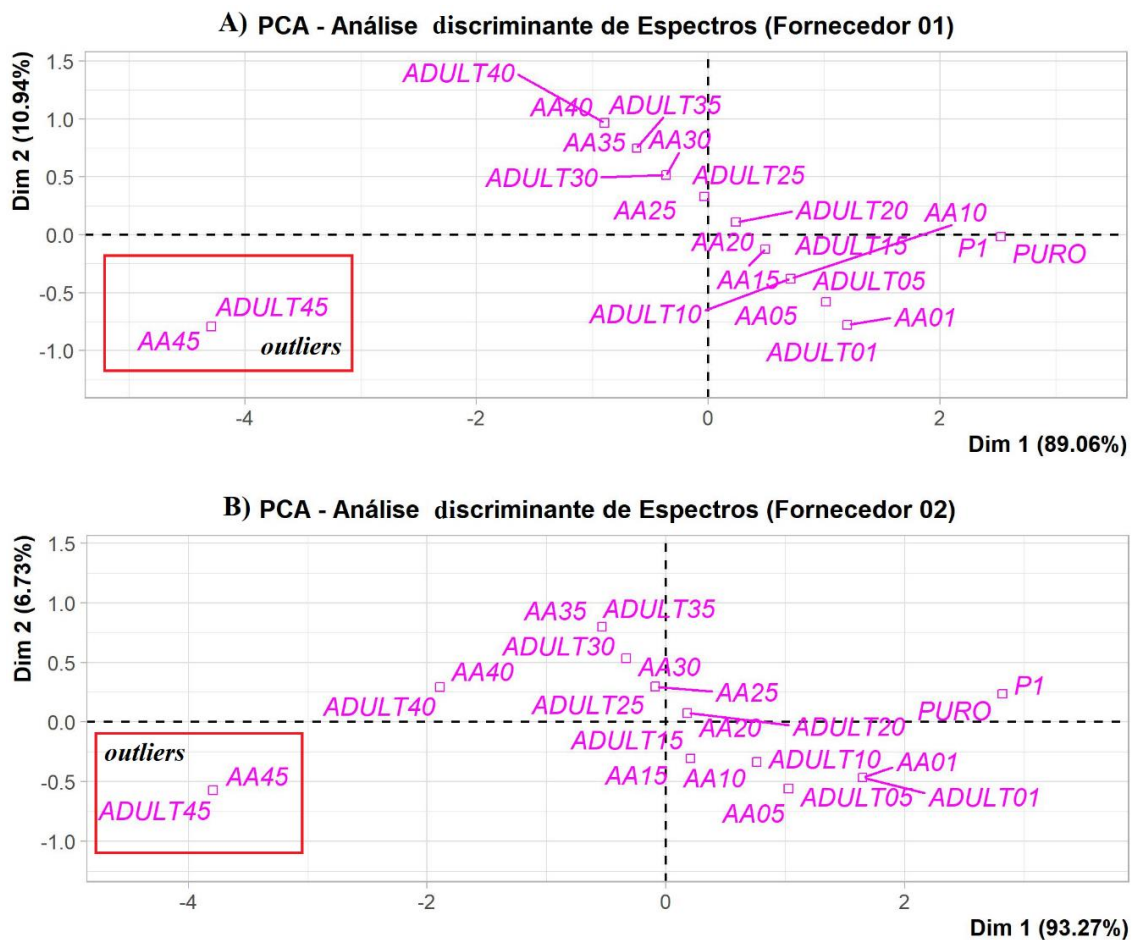


Figura 1 – Análise de componentes principais (ACP) da leitura em FTIR-ATR das amostras para os dois fornecedores de chás de hortelã e discriminação de adulterantes e *outliers*. 1- A) ACP para o fornecedor 1 e identificação de *outliers*. 1- B) ACP para o fornecedor 2 e identificação de *outliers*.

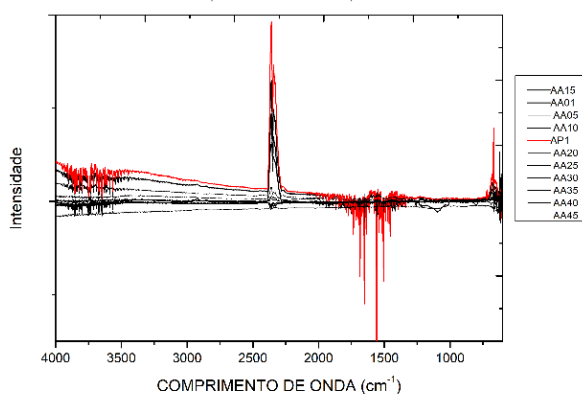
Para a ACP com o fornecedor 1 (Figura 1-A), a PC1 (89,06 de variância) foi responsável pela distinção do chá de hortelã puro (P1) com escore positivo e para os *escores* negativos têm-se os chás de hortelã com os percentuais de adulteração de: 15% (AA15), 10% (AA10), 5% (AA5) e 01% (AA1) o que indica que esses grupos de amostras com adulteração de sacarose de 1-15% tem uma afinidade química maior, ou seja, estatisticamente eles são grupos semelhantes. Para a PC2 (10,94 de variância) houve a distinção de chás com os maiores percentuais de adulterações para os *escores* positivos para

a componente, sendo eles: 20% (AA20), 25% (AA25), 30% (AA30), 35% (AA35) e 40% (AA40), indicando que para as amostras adulteradas com sacarose com teor de 20-40% contém afinidades químicas e, estatisticamente são grupos com maior semelhança. É observado que as amostras com o percentual de adulteração de 45% (AA45) de sacarose para a ACP com o fornecedor 1 é considerada como *outliers*, sendo assim, necessário a exclusão desse parâmetro, por não demonstrar uma semelhança química significativa entre as amostras adulteradas e pura sendo comumente utilizado para fins de redução, classificação, exploração, interpretação e agrupamento de dados, sendo assim para a minimização de parâmetros irrelevantes de informações, ainda, relacionados a grupos que não ofertam informações acerca das variáveis com maior relevância para o estudo, sendo a exclusão a opção mais viável o que ainda não altera a confiabilidade dos dados e sua precisão (11,10)

Para o fornecedor 2 (Figura 1-B), a PC1 (93,27 de variância) foi responsável pela distinção do chá de hortelã puro (P1) com escore positivo e para os escores negativos, observou-se os chás de hortelã com os percentuais de adulteração: 15% (AA15), 10% (AA10), 05% (AA05) e 01% (AA01) notando-se uma maior afinidade química e semelhança de grupos nestes escores. Para a PC2 (6,73% de variância) houve uma distinção de chás com os maiores percentuais de adulteração de sacarose para os escores positivos, sendo eles: 20% (AA20), 25% (AA25), 30% (AA30), 35% (AA35) e 40% (AA45) observa-se que há uma maior afinidade química e semelhança entre esses grupos nos escores positivos. No fornecedor 2, também é observado que as amostras com o percentual de adulteração de 45% de sacarose também são consideradas como *outliers*.

Em seguida, foram realizadas as leituras espectrais dos chás de hortelã no FTIR-ATR, seguindo as informações obtidas a partir das análises quimiométricas de ambos os fornecedores. Sendo assim, seguiu-se as leituras das seguintes amostras: Pura (P1) e adulteradas com os percentuais de: 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40% de sacarose para ambos os fornecedores. A Figura 2, mostra os espectros em FTIR-ATR das amostras puras dos fornecedores 1 e 2.

A) ESPECTROS MÉDIOS DE AMOSTRAS PURAS E AMOSTRAS ADULTERADAS (FORNECEDOR 01)



B) ESPECTROS DE AMOSTRAS PURAS E AMOSTRAS ADULTERADAS (FORNECEDOR 2)

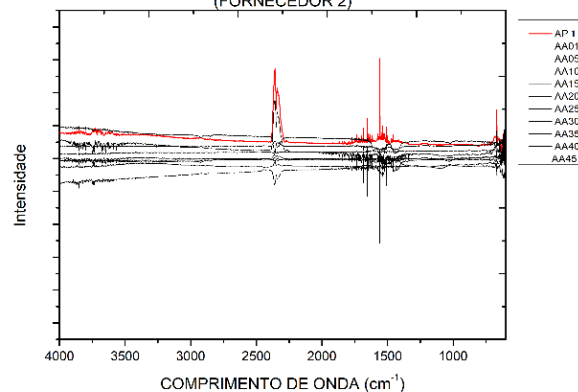


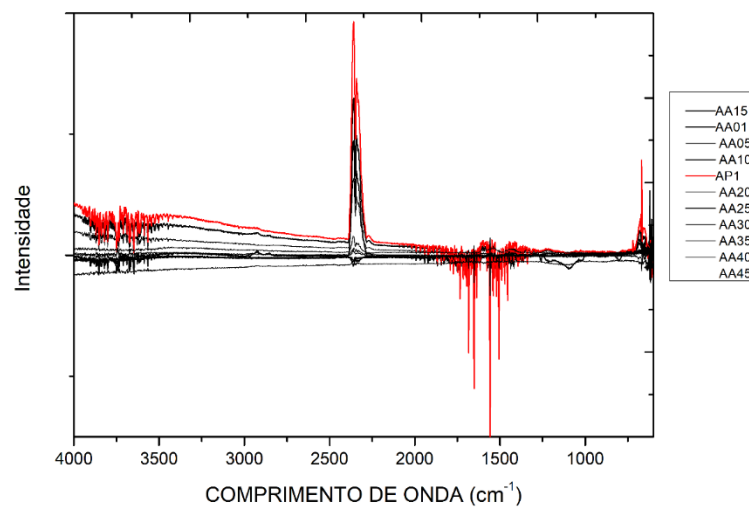
Figura 2 – Espectro médio de amostras puras de chá de hortelã no FTIR-ATR, dos fornecedores 1 e 2. 1- A) Espectro médio de amostras do fornecedor 1. 1- B) Espectro médio de amostras do fornecedor 2.

É possível observar que em ambos os espectros médios dos fornecedores, têm-se um pico característico, entre as bandas 2250 – 2380 cm^{-1} , com pico na intensidade em 2358 cm^{-1} , para ambos, para o estiramento do CH_3 principalmente de lipídeos e flavonoides.

Na literatura, estas bandas estão caracterizadas como flavonoides (13). É conhecido que a hortelã, tem um sensorial de refrescância e segundo Oliveira e colaboradores¹² identificaram em diferentes espécies de hortelã, os flavonoides mais comuns, que são eles: eriodtiol, naqringenina, apigenina e luteolina, esses compostos também foram encontrados em hortelãs da espécie *Mentha Spicata*. Esses compostos através de estudos para identificar os flavonoides da hortelã foram indicados principalmente como os responsáveis pela refrescância que a hortelã pode causar no sensorial (12,13).

Com a identificação das bandas características ($2250 - 2380 \text{ cm}^{-1}$) do chá de hortelã puro, considerado padrão, foram analisados os espectros em FTIR-ATR das amostras de chás de hortelã com as adulterações e as suas respectivas diferenças (Figura 3).

A) ESPECTROS MÉDIOS DE AMOSTRAS PURAS E AMOSTRAS ADULTERADAS
(FORNECEDOR 01)



B) ESPECTROS DE AMOSTRAS PURAS E AMOSTRAS ADULTERADAS
(FORNECEDOR 2)

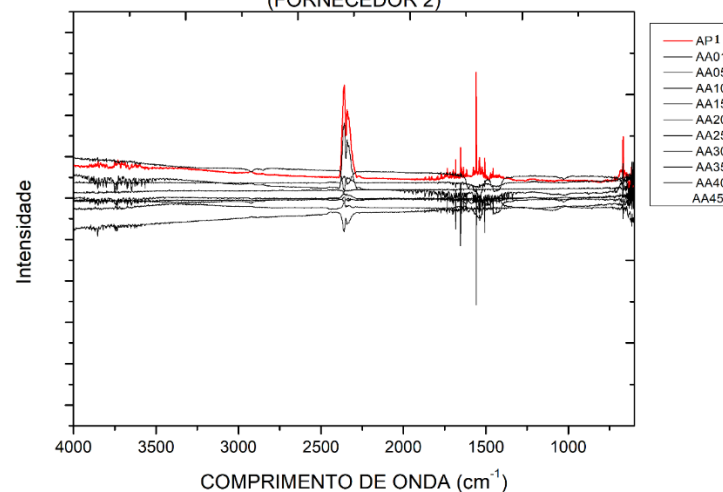


Figura 3 – Espectro médio de amostras puras e de amostras adulteradas de chá de hortelã no FTIR-ATR. A) Espectro médio de amostras puras no FTIR-ATR do fornecedor 1; B) Espectro médio de amostras puras no FTIR-ATR do fornecedor B;

A partir da sobreposição dos espectros foi possível identificar as adulterações, onde os picos nas bandas $2250 - 2380 \text{ cm}^{-1}$ em preto representando as amostras adulteradas foram diminuindo gradualmente com as porcentagens de sacarose adicionada. Com a amostra

adulterada AA01 (amostra adulterada com 1% de sacarose) os picos característicos das bandas 2250 - 2380 cm^{-1} começaram a diminuir e a intensidade também, com o valor de 2081 de intensidade (absorbância), com a diminuição desse pico característico têm-se a diminuição do da hortelã, onde o pico representado pela intensidade (absorbância) de valor 2358, que é ligada a refrescância e os flavonoides da hortelã (11). Observou-se ainda que o decréscimo dos picos corresponde respectivamente as porcentagens de sacarose de: 01% (AA01), 05% (AA05), 10% (AA10), 15% (AA15), 20% (AA20), 25% (AA25), 30% (AA30), 35% (AA35) e 40% (AA40) respectivamente com o pico mais baixo comparado ao Puro (P1). Enquanto que os espectros dos chás de hortelã com adulterações de percentuais 45% (AA45), eles foram excluídos a partir das análises exploratórias e discriminante, ACP, sendo assim não foram realizadas as leituras dos espectros, para que não houvesse interferência nos dados estatísticos do trabalho.

CONCLUSÕES

Através da Análise de Componentes Principais foi possível a distinção entre amostras de chás de hortelã com adição de sacarose como adulterante e amostras de chás de hortelã puros, a partir de seus espectros lidos em FTIR-ATR. Ainda através da Análise de Componentes Principais foi possível detectar as concentrações de sacarose adicionada de 1-40%. Foi possível identificar através da metodologia aplicada que chás de hortelã com 45% de sacarose adicionada como adulterante, não obtém as mesmas características químicas e semelhança estatística das demais.

Portanto, foi desenvolvida uma metodologia a partir do uso do FTIR-ATR e Quimiometria para detectar sacarose como adulterante em chás de hortelã, na detecção de fraudes deste produto. Com a utilização de amostras puras para validar a metodologia, a mesma tornou-se rápida e eficaz para detecção da sacarose, sendo também desejável a realização de outros tipos de possíveis adulterantes, separado e em conjunto com a sacarose para conseguir obter uma metodologia mais robusta.

AGRADECIMENTOS

A UFPE, Laboratório de Análise de Alimentos (LAAL), CENLAG, CNPq, Grupo de Pesquisa Coffea e a PRAE.

REFERÊNCIAS

1. Damiani E, Bacchetti T, Padella L, Tiano L, Carloni P. Antioxidant activity of different white teas: Comparison of hot and cold tea infusions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2014, v. 33, n. 1, p. 59-66.
2. Zhu Ming-Zhu, Wen Beibei, Wu ao, Li Juan, Lin Haiyan, Li Qin, LI Yinhua, Huang Jianan, Liu Zhonghua. The quality control of tea by near-infrared reflectance (NIR) spectroscopy and chemometrics. *Journal of Spectroscopy*, 2019, v. 19, n. 1, p.1-11.
3. Testa F, Sarti S, Frey M. Are green consumers really green? Exploring the factors behind the actual consumption of organic food products. *Business Strategy and the Environment*. 2018. v. 1, n. 1, 1-12.

4. Kennedy S. Emerging Global Food System Risks and Potential Solutions, in Improving Import Food Safety; John Wiley & Sons: 2012.
5. Mendes, R.M.O.; Quadri, M.B.; Quadry, M.G.N.; Rev. Inst. Adolfo Lutz. 2007, 2, 103.
6. ANVISA. RDC nº 277: Regulamento técnico para café, cevada, chá, erva-mate e produtos solúveis de 22 de setembro de 2005.
7. Bokobza L. Some Applications of Vibrational Spectroscopy for the Analysis of Polymers and Polymer Composites. *Polymers*, 2019, v. 11, p. 1159-1172.
8. Rodriguez-Saona, LE, Giusti MM, Shotts M. Advances in Infrared Spectroscopy for Food Authenticity Testing, in *Advances in Food Authenticity Testing*. Woodhead Publishing: 2016.
9. Benaissa M, Mbaideen A, Ahmad Malik B. Assay of Glucose Using Near Infrared (NIR) Spectroscopy, in *Dietary Sugars: Chemistry, Analysis, Function and Effects*. The Royal Society of Chemistry, 2012.
10. Bro R. Smilde, A.K.; *Anal. Methods*. 2014, 9, 2012.
11. Benaissa M, Mbaideen A, Ahmad Malik B. Assay of Glucose Using Near Infrared (NIR) Spectroscopy, in *Dietary Sugars: Chemistry, Analysis, Function and Effects*. The Royal Society of Chemistry, 2012.
12. Oliveira RN, Mancini MC, Oliveira FCS, Passos TMP, Quilty B, Thiré RMSM, Mcguinness GB. FTIR analysis and quantification of phenols and flavonoids of five commercially available plants extracts used in wound healing. *Revista Matéria*, 2016, v. 21, n. 3, p. 767-779.
13. Roberto PM. Hortelã (*Mentha Spicata*) fresco, desidratado e suas infusões a quente e gelada: ocorrência e concentração de nutrientes e compostos bioativos. [Dissertação]. Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa; 2018.

ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO ARMAZENAMENTO DA POLPA ROXA DE PITAYA LIOFILIZADA

Rodrigo Leite Moura¹; Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo²; Alexandre José de Melo Queiroz²; Pedro Francisco do Rego Junior³; Raphaela Maceió da Silva⁴

¹Docente Agroindústria/Alimentos – IFAL *Campus* Piranhas; E-mail: rodrigo.moura@ifal.edu.br

²Docentes/pesquisadores do Depto. de Engenharia Agrícola – CTRN – UFCG.

³Estudante do Curso de Engenharia de Produção – IFCE *Campus* Quixadá.

⁴Doutora em Engenharia Agrícola – CTRN – UFCG.

Resumo: Tendo em vista ser essencial determinar o efeito das condições de estocagem nas alterações de produtos desidratados, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a estabilidade do pó da polpa roxa de pitaya (*Hylocereus costaricensis*) liofilizada durante o armazenamento em embalagens laminadas em condições controladas de temperatura (30 e 40 °C) e umidade relativa (83%). A polpa foi formulada com 25% de maltodextrina, congelada e liofilizada, sendo logo após pulverizada em almofariz com pistilo, para obtenção do pó, que foi submetido ao teste acelerado de vida-de-prateleira (TAVP). As análises foram efetuadas no tempo zero e a cada 10 dias, durante 60 dias, determinando-se: teor de água, atividade de água, acidez total titulável, solubilidade, betalaínas (betacianinas e betaxantinas) e os parâmetros de cor, com base na luminosidade e nas intensidades de vermelho (+a*) e de azul (-b*). Em geral, os resultados mostraram que diante dos parâmetros analisados, a temperatura de 30 °C promoveu uma melhor preservação das características do produto, em função dos menores valores médios do teor e da atividade de água, bem como as maiores concentrações de betalaínas. O pó avaliado se mostra como uma alternativa para o aproveitamento tecnológico e industrial da polpa roxa de pitaya, revelando uma concentração considerável de betalaínas (bioativos), com potencial de utilização pela indústria como ingrediente na formulação de diversos produtos alimentícios.

Palavras-chave: betalaínas; estabilidade; *Hylocereus costaricensis*; produto em pó; secagem

INTRODUÇÃO

Devido ao grande potencial como fonte de alimento, várias espécies de cactos têm ganhado destaque, com notoriedade especial para a pitaya, a cactácea frutífera mais amplamente cultivada em todo o mundo (1). Dentre as várias espécies existentes de pitayas, destacam-se: a *Hylocereus undatus*, reconhecida pela polpa branca; a *Hylocereus costaricensis*, cuja polpa apresenta cor roxa vibrante; a *Selenicereus megalanthus*, famosa pelo tom amarelo radiante de sua casca; e a *Selenicereus setaceus*, uma variedade do cerrado que também vem ganhando espaço no mercado de frutas exóticas (2).

A pitaya pertence ao grupo de frutíferas tropicais, consideradas promissoras para o cultivo devido à sua aparência exótica, sabor doce e suave, polpa firme e às suas propriedades nutricionais e funcionais, sendo sua aceitação crescente nos mercados consumidores (3, 4). A alta diversidade genética dessa cactácea se manifesta de maneira surpreendente nos frutos que produzem e dependendo da espécie, estes podem apresentar

variadas características físicas e químicas, como formatos diversas, espinhos ou a ausência deles, diferentes cores nas cascas e nas polpas, além de concentrações distintas de sólidos solúveis totais, compostos bioativos, entre outras propriedades (5).

A curta vida útil dessas frutas quando frescas, geralmente de 3 a 5 dias em temperatura ambiente, representa um desafio significativo para produtores, distribuidores e consumidores (6). Para contornar essa problemática, métodos adequados podem ser utilizados para prolongar a durabilidade destas após a colheita. Uma estratégia eficaz é o processamento desses frutos, transformando-os em produtos derivados, como doces, geleias, sucos e néctares, permitindo um melhor e mais completo aproveitamento, estendendo o prazer de saborear pitayas para além do curto período pós-colheita (7).

A secagem, também conhecida como desidratação, representa uma técnica valiosa para aumentar a vida útil dos alimentos, cujo propósito fundamental reside na extração da água a um nível que reduza ao mínimo possível qualquer tipo de deterioração, seja causada por microrganismos ou reações enzimáticas (8). A liofilização, como método de secagem e conservação, permite prolongar a vida útil dos alimentos, ao mesmo tempo em que ajuda a manter as propriedades físicas, químicas, funcionais e tecnológicas que afetam a qualidade (9). Os produtos resultantes desta técnica são altamente valorizados, pois retêm uma grande parcela de seus nutrientes originais, em função do uso de baixas temperaturas durante o processo.

É de extrema importância assegurar que produtos liofilizados ou desidratados sejam devidamente resguardados contra os efeitos adversos da umidade, do oxigênio, da perda de cor e da volatilização dos aromas. Essa precaução se torna importante, uma vez que esses produtos enfrentam uma grande variedade de condições ambientais durante o armazenamento e a distribuição. A proteção assume um papel crucial no ciclo de vida desses produtos, uma vez que o armazenamento inadequado pode comprometer sua qualidade, levando à rejeição por parte dos consumidores ou até mesmo tornando-os prejudiciais (10).

Tendo em vista a importância de determinar o efeito das condições de armazenamento nas alterações de produtos desidratados, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a estabilidade do pó da polpa roxa de pitaya liofilizada durante o armazenamento em embalagens laminadas, em condições controladas de temperatura (30 e 40 °C) e umidade relativa (83%).

MATERIAL E MÉTODOS

Uma quantidade de 50 frutos maduros de pitaya de casca avermelhada e polpa roxa, oriundos da cidade de Quixeré-CE, foram selecionados, lavados em água corrente, sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (200 ppm), enxaguados em água corrente e cortados manualmente, sendo a polpa com sementes extraída com o auxílio de uma colher, seguida da separação polpa/semente por meio de prensa hidráulica.

A formulação de polpa adicionada de maltodextrina (25%) com dextrose equivalente (DE) igual a 10 foi elaborada. Esta foi acondicionada em 10 potes de vidro, congelada em freezer a -20 °C durante 48 h e depois inserida em liofilizador (marca Terroni, modelo LS 3000 D) a -56 °C por 48 h. Encerrado o processo de liofilização, as amostras da formulação, contidas nos 10 potes de vidro, foram pulverizadas em almofariz com pistilo, para obtenção dos pós, sendo estes submetidos ao teste acelerado de vida-de-prateleira (TAVP) em condições controladas de temperatura e umidade relativa.

Foram utilizadas 18 embalagens flexíveis laminadas compostas por uma camada de poliéster com espessura de 12 µm, uma camada de alumínio (8 µm) e uma camada de polietileno (100 µm), com uma espessura total de 120 µm. Os pós foram acondicionados

nessas embalagens, sendo estas alocadas no interior de recipientes herméticos de vidro contendo solução saturada de cloreto de potássio (KCl), proporcionando um ambiente de umidade relativa média de aproximadamente 83%. Os recipientes foram armazenados em câmaras do tipo B.O.D. nas temperaturas de 30 °C (condição ambiente) e 40 °C (condição acelerada). Os procedimentos seguidos para a seleção e processamentos dos frutos, bem como a elaboração da formulação de polpa com adição de maltodextrina e das condições do TAVP foram baseados nas metodologias propostas por Oliveira et al. (11), Lisbôa et al. (12) e Arlindo et al. (13).

As análises foram efetuadas no tempo zero e a cada 10 dias, durante 60 dias, determinando-se: acidez total titulável em ácido cítrico e teor de água, de acordo com AOAC (14); atividade de água a 25 °C, medida no higrômetro Aqualab (Decagon); solubilidade, conforme Goula e Adamopoulos (15), e cor, determinada por leitura em espectrofotômetro MiniScan HunterLab XE Plus, com sistema de cor Cielab, fornecendo os parâmetros L* que representa a luminosidade, com transição do preto (0) para o branco (100); a* que representa a transição da cor verde (-a*) para a cor vermelha (+a*) e b* a transição da cor azul (-b*) para a cor amarela (+b*).

A análise estatística dos dados obtidos foi realizada com o programa computacional ASSISTAT versão 7.7 beta (16), em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 7, com duas temperaturas (30 e 40 °C), sete tempos de armazenamento (0, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 dias) e três repetições. Para a comparação entre médias foi utilizado o teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise estatística dos dados verificou-se efeito significativo dos fatores avaliados e a interação entre eles a 1% de probabilidade pelo teste F, para todos os parâmetros avaliados. Na Tabela 1 estão os valores médios do teor de água para o pó de polpa de pitaya roxa, com 25% de maltodextrina, durante o armazenamento em duas temperaturas e na umidade relativa média de 83%. Visualiza-se que nas temperaturas avaliadas o teor de água permaneceu estatisticamente estável entre o tempo zero e os tempos finais de armazenamento na temperatura de 30 °C, por outro lado, aumentou significativamente na temperatura de 40 °C.

Tabela 1 - Valores médios do teor de água do pó de polpa de pitaya roxa durante o armazenamento em duas temperaturas (UR – 83%)

Tempo de armazenamento (dia)	Teor de água (%)	
	30 °C	40 °C
0	6,68 bA	6,68 eA
10	7,83 aA	7,77 dA
20	7,99 aB	8,77 bcA
30	7,92 aB	9,54 abA
40	7,90 aB	9,45 abA
50	6,57 bB	8,56 cA
60	6,25 bB	9,98 aA

DMS para colunas = 0,79; DMS para linhas = 0,51; MG = 7,99; CV% = 3,83

DMS: desvio mínimo significativo; MG: média geral; CV: coeficiente de variação

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na temperatura de 30 °C a variação foi de 6,68 (tempo zero) a 6,25% (60 dias), ou seja, um decréscimo de aproximadamente 0,43% ao final de 60 dias de armazenamento; não foi verificada diferença estatística significativa entre o décimo, vigésimo, trigésimo e quadragésimo dia, nem entre os tempos zero, 50 e 60, na temperatura de 30 °C. Na temperatura de 40 °C a oscilação foi de 6,68 (tempo zero) a 9,98% (60 dias), ou seja, um aumento de 3,3% ao final de 60 dias de armazenamento; notando-se tendência de aumento do parâmetro analisado durante o período de armazenamento. Ainda a 40 °C, diferença estatística significativa não foi verificada entre os tempos 20, 30 e 40, entre 20 e 50, nem entre 30, 40 e 60 dias de armazenamento. Comparando as amostras armazenadas nas duas temperaturas verifica-se que não diferiram estatisticamente entre si, quando aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, somente nos tempos zero e 10, diferindo, portanto, nos demais períodos de armazenamento e com isto se indica que a temperatura interferiu de modo significativo no teor de água final. Constata-se que a partir do vigésimo dia de armazenamento, na temperatura de 40 °C, os valores médios do teor de água foram estatisticamente maiores que os observados na temperatura de 30 °C. O aumento do teor de água na temperatura de 40 °C demonstra que o tipo de embalagem utilizada ou seu fechamento, não foi eficaz para barrar a absorção de água; no entanto, na temperatura de 30 °C a embalagem manteve a estabilidade da amostra, como demonstrado na visualização dos dados. Avaliando as propriedades físico-químicas de sucos em pó de pitayas roxas e brancas adicionados de 30% de maltodextrina, Lee et al. (17) encontraram, para o teor de água, valores médios de 5,3 e 3,7%, respectivamente, e mencionaram que este parâmetro sofreu influência do tipo de açúcar presente nas diferentes variedades da fruta. Oliveira et al. (11) observaram, armazenando polpa de mandacaru em pó, aumento do teor de água durante o armazenamento, passando de 6,07 para 12,30%, ao utilizar maltodextrina de DE = 10, o que representou um acréscimo de 6,23%, mais que dobrando de valor.

Na Tabela 2 estão dispostos os valores médios da atividade de água (a_w) para o pó de polpa de pitaya roxa, com 25% de maltodextrina, durante o armazenamento em duas temperaturas e na umidade relativa média de 83%.

Tabela 2 - Valores médios da atividade de água do pó de polpa de pitaya roxa durante o armazenamento em duas temperaturas (UR = 83%)

Tempo de armazenamento (dia)	Atividade de água (a_w)	
	30 °C	40 °C
0	0,397 eA	0,397 eA
10	0,383 fB	0,434 dA
20	0,394 eB	0,454 cA
30	0,407 dB	0,461 bcA
40	0,427 cB	0,469 bA
50	0,475 bB	0,517 aA
60	0,498 aB	0,522 aA

DMS para colunas = 0,009; DMS para linhas = 0,006; MG = 0,445; CV% = 0,85

DMS: desvio mínimo significativo; MG: média geral; CV: coeficiente de variação

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Nota-se que nas temperaturas avaliadas a a_w aumentou significativamente durante o período de armazenamento. Na temperatura de 30 °C a variação foi de 0,397 (tempo zero) a 0,498 (60 dias), ou seja, um acréscimo de aproximadamente 25,4% ao final de 60 dias de armazenamento; observa-se diminuição estatística somente no tempo 10, com percepção de aumento da a_w nos demais tempos de armazenamento. Não foi verificada diferença

estatística significativa entre o tempo inicial e o vigésimo dia de armazenamento na temperatura de 30 °C. Na temperatura de 40 °C a oscilação foi de 0,397 (tempo zero) a 0,522 (60 dias), ou seja, um aumento de aproximadamente 31,5% ao final de 60 dias de armazenamento, notando-se tendência constante de aumento do parâmetro analisado em todo o período de armazenamento. Ainda a 40 °C, diferença estatística significativa não foi verificada entre os tempos 20 e 30, entre 30 e 40, nem entre 50 e 60 dias de armazenamento. Comparando as amostras armazenadas nas duas temperaturas verifica-se que não diferiram estatisticamente entre si, quando aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, somente no tempo zero, diferindo, portanto, nos demais períodos de armazenamento, indicando que a temperatura interferiu de modo significativo na a_w final. Constata-se que a partir do décimo dia de armazenamento, na temperatura de 40 °C, os valores médios da a_w foram estatisticamente superiores aos observados na temperatura de 30 °C. Lisboa et al. (12), armazenaram figo-da-índia em pó em diferentes temperaturas (25 e 40 °C) e duas umidades relativas (55 e 83%), observando que a a_w atingiu no máximo 0,460 (40 °C e UR: 83%) ao longo de 100 dias de armazenamento, permitindo classificar o produto como estável e seguro. Conforme Melo Filho e Vasconcelos (18) a velocidade com que os microrganismos se proliferam reduz em a_w menores, sendo passível de completa inibição quando $a_w < 0,6$ com variação mínima a depender do tipo de microrganismo. Logo, o pó da polpa de pitaya roxa por ter apresentado a_w máxima de 0,522 também pode ser classificado como estável e seguro durante o armazenamento.

Na Tabela 3 estão dispostos os valores médios de acidez total titulável para o pó da polpa de pitaya roxa, com 25% de maltodextrina, durante o armazenamento em duas temperaturas e na umidade relativa média de 83%. Percebe-se que nas temperaturas avaliadas a acidez aumentou significativamente durante o período de armazenamento. Na temperatura de 30 °C a variação foi de 0,83 (tempo zero) a 1,08% ácido cítrico (60 dias), ou seja, um acréscimo de 0,25% ao final de 60 dias de armazenamento; não foi verificada diferença estatística significativa entre os tempos zero e 10, entre 30 e 40, entre 30 e 60, nem entre 40 e 50 dias de armazenamento. Na temperatura de 40 °C a oscilação foi de 0,83 (tempo zero) a 1,03% ácido cítrico (60 dias), ou seja, um aumento de 0,2% ao final de 60 dias de armazenamento; diferença estatística significativa não foi verificada entre os tempos zero e 10, entre 20 e 30, entre 30 e 60, nem entre 40 e 50 dias de armazenamento.

Tabela 3 - Valores médios da acidez total titulável do pó da polpa de pitaya roxa durante o armazenamento em duas temperaturas (UR – 83%)

Tempo de armazenamento (dia)	Acidez (% de ácido cítrico)	
	30 °C	40 °C
0	0,83 eA	0,83 dA
10	0,90 eA	0,82 dB
20	0,99 dA	0,93 cB
30	1,12 bcA	0,97 bcB
40	1,20 abA	1,20 aA
50	1,21 aA	1,18 aA
60	1,08 cA	1,03 bA

DMS para colunas = 0,08; DMS para linhas = 0,05; MG = 1,02; CV% = 2,94

DMS: desvio mínimo significativo; MG: média geral; CV: coeficiente de variação

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Comparando as amostras armazenadas nas duas temperaturas verifica-se que não diferiram estatisticamente entre si, quando aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade,

nos seguintes tempos: zero, 40, 50 e 60; diferindo, portanto, nos demais períodos de armazenamento, indicando que a temperatura não interferiu de modo significativo na acidez final. Consta-se que na temperatura de 30 °C os valores médios da acidez foram superiores aos observados na temperatura de 40 °C, com exceção para o tempo inicial e o quadragésimo dia de armazenamento, em que estes permaneceram constantes. Arlindo et al. (13), relataram redução (8%) da concentração de ácido cítrico durante o armazenamento por 100 dias em temperatura ambiente, de pimentão em pó acondicionado em embalagens de polietileno de baixa densidade. Oliveira et al. (11), constataram redução não significativa da acidez durante o armazenamento (60 dias) de mandacaru em pó, com média geral de 1,42% de ácido cítrico.

Na Tabela 4 estão os valores médios de solubilidade para o pó da polpa de pitaya roxa, com 25% de maltodextrina, durante o armazenamento em duas temperaturas e na umidade relativa média de 83%.

Tabela 4 - Valores médios para solubilidade do pó da polpa de pitaya roxa durante o armazenamento em duas temperaturas (UR – 83%)

Tempo de armazenamento (dia)	Solubilidade (g/s)	
	30 °C	40 °C
0	0,23 fA	0,23 fA
10	0,23 fA	0,23 fA
20	0,27 eA	0,25 eB
30	0,34 dB	0,36 dA
40	0,54 cB	0,62 cA
50	0,58 bB	0,70 bA
60	0,60 aB	0,73 aA

DMS para colunas = 0,02; DMS para linhas = 0,01; MG = 0,42; CV% = 1,78

DMS: desvio mínimo significativo; MG: média geral; CV: coeficiente de variação

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Observa-se que nas temperaturas avaliadas a solubilidade aumentou significativamente durante o período de armazenamento. Na temperatura de 30 °C a variação foi de 0,23 (tempo zero) a 0,60 g/s (60 dias), ou seja, um acréscimo de aproximadamente 161% ao final de 60 dias de armazenamento; não foi verificada diferença estatística significativa entre os tempos zero e 10 dias na temperatura de 30 °C, com percepção de aumento nos demais períodos de armazenamento. Na temperatura de 40 °C a oscilação foi de 0,23 (tempo zero) a 0,73 g/s (60 dias), ou seja, um aumento de aproximadamente 217% ao final de 60 dias de armazenamento; notou-se comportamento idêntico ao verificado na temperatura de 30 °C em que os valores médios do parâmetro analisado permaneceram constantes nos seguintes tempos: 0 e 10, com acréscimo nos demais períodos de armazenamento. Ainda a 40 °C, diferença estatística significativa não foi verificada entre os tempos zero e 10 dias de armazenamento. Comparando as amostras armazenadas nas duas temperaturas verificou-se que não diferiram estatisticamente entre si, quando aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, nos seguintes tempos: zero e 10; diferindo, portanto, nos demais períodos de armazenamento, indicando que a temperatura interferiu de modo significativo na solubilidade final. Consta-se que a partir do trigésimo dia de armazenamento, na temperatura de 40 °C, os valores médios da solubilidade foram estatisticamente maiores que os observados na temperatura de 30 °C. Selvamuthukumaran e Khanum (19) armazenaram o suco em pó de *Hippophae rhamnoides*, em atmosfera modificada e utilizando como embalagem, bolsas de poliéster metalizado, notando em termos percentuais uma solubilidade inicial de 90,1%, reduzindo não significativamente (P

> 0,05) para 88,2; 88,7 e 89,0 após 8 meses de armazenamento em temperatura ambiente (23 ± 4 °C) em ar, CO₂, N₂ e vácuo.

Na Tabela 5 estão dispostos os valores médios das betacianinas para o pó da polpa de pitaya roxa, com 25% de maltodextrina, durante o armazenamento em duas temperaturas e na umidade relativa média de 83%. Nas temperaturas avaliadas a concentração de betacianinas decresceu significativamente durante o período de armazenamento. Na temperatura de 30 °C a variação foi de 92,70 (tempo zero) a 58,57 mg/g (60 dias), ou seja, um decréscimo de aproximadamente 37% ao final de 60 dias de armazenamento; observando-se tendência de diminuição dos valores médios em todos os períodos de armazenamento com diferenças estatísticas significativas entre todos os tempos de armazenamento. Na temperatura de 40 °C a oscilação foi de 92,70 (tempo zero) a 52,65 mg/g (60 dias), ou seja, uma diminuição de aproximadamente 43% ao final de 60 dias de armazenamento; notando-se diminuição dos valores médios do parâmetro analisado em todos os tempos e ocorrendo diferença estatística significativa entre todos os tempos de armazenamento.

Tabela 5 - Valores médios de betacianinas no pó da polpa de pitaya roxa durante o armazenamento em duas temperaturas (UR – 83%)

Tempo de armazenamento (dia)	Betacianinas (mg/g)	
	30 °C	40 °C
0	92,70 aA	92,70 aA
10	81,68 bA	74,76 bB
20	78,04 cA	73,51 cB
30	73,94 dA	68,26 dB
40	73,35 eA	66,42 eB
50	65,45 fA	59,99 fB
60	58,57 gA	52,65 gB

DMS para colunas = 0,2524; DMS para linhas = 0,1632; MG = 72,2864; CV% = 0,13

DMS: desvio mínimo significativo; MG: média geral; CV: coeficiente de variação

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Comparando as amostras armazenadas nas duas temperaturas verifica-se que não diferiram estatisticamente entre si, quando aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, somente no tempo inicial; diferindo, portanto, nos demais períodos de armazenamento indicando que a temperatura interferiu de modo significativo na concentração final de betacianinas. Constata-se que a partir do décimo dia de armazenamento, na temperatura de 30 °C, os valores médios da concentração de betacianinas foram estatisticamente superiores aos observados na temperatura de 40 °C. Lee et al. (17) armazenaram o suco em pó de pitaya vermelha durante 25 dias e em diferentes umidades relativas (33, 43, 54 e 75%), relatando que a amostra controle obteve uma concentração de 58,9 mg/L e após o período de armazenagem na temperatura de 25 °C, ocorreu redução da concentração de betacianinas (mg/L) para 57,1 (33%), 55,5 (43%), 53,6 (54%) e 48,6 (75%).

Na Tabela 6 estão os valores médios das betaxantinas para o pó da polpa de pitaya roxa, com 25% de maltodextrina, durante o armazenamento em duas temperaturas e na umidade relativa média de 83%. Nota-se que nas temperaturas avaliadas a concentração de betaxantinas decresceu significativamente durante o período de armazenamento. Na temperatura de 30 °C a variação foi de 93,73 (tempo zero) a 65,94 mg/g (60 dias), ou seja, um decréscimo de aproximadamente 30% ao final de 60 dias de armazenamento; observando-se tendência de diminuição dos valores médios nos períodos de armazenamento

com exceção para os tempos 10 e 40, quando se percebeu aumento significativo. Não foi verificada diferença estatística significativa entre os tempos 20 e 50, na temperatura de 30 °C. Na temperatura de 40 °C a oscilação foi de 93,73 (tempo zero) a 63,14 mg/g (60 dias), ou seja, uma diminuição de aproximadamente 33% ao final de 60 dias de armazenamento; notando-se diminuição dos valores médios do parâmetro analisado em todos os tempos. Ainda a 40 °C, diferença estatística significativa não foi verificada entre os seguintes tempos de armazenamento: 20, 30 e 40 dias.

Tabela 6 - Valores médios de betaxantinas no pó da polpa de pitaya roxa durante o armazenamento em duas temperaturas (UR – 83%)

Tempo de armazenamento (dia)	Betaxantinas (mg/g)	
	30 °C	40 °C
0	93,73 bA	93,73 aA
10	94,77 aA	85,24 bB
20	71,10 dB	71,67 cA
30	67,23 eB	71,35 cA
40	73,09 cA	71,14 cB
50	70,25 dA	65,65 dB
60	65,94 fA	63,14 eB

DMS para colunas = 0,8848; DMS para linhas = 0,5721; MG = 75,5738; CV% = 0,45

DMS: desvio mínimo significativo; MG: média geral; CV: coeficiente de variação

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Comparando as amostras armazenadas nas duas temperaturas verifica-se que não diferiram estatisticamente entre si, quando aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, somente no tempo inicial; diferindo, portanto, nos demais períodos de armazenamento, indicando que a temperatura interferiu de modo significativo na concentração final de betaxantinas. Constata-se que na temperatura de 30 °C os valores médios da concentração de betaxantinas foram estatisticamente superiores, na maioria dos tempos, que os observados na temperatura de 40 °C, exceto para os seguintes tempos de armazenamento: zero, 20 e 30 dias. Gokhale e Lele (20), armazenaram em embalagens de poliamida, beterraba em pó secada a 50 °C, durante 150 dias a 27 °C e umidade relativa de 60%, constatando decréscimo das concentrações de betacianinas (variando de 5,17 a 2,51 mg/g) e betaxantinas (variando de 2,43 a 1,49 mg/g).

Na Tabela 7 estão dispostos os valores médios de luminosidade (L*) para o pó da polpa de pitaya roxa, com 25% de maltodextrina, durante o armazenamento em duas temperaturas e na umidade relativa média de 83%.

Tabela 7 - Valores médios de luminosidade do pó da polpa de pitaya roxa durante o armazenamento em duas temperaturas (UR – 83%)

Tempo de armazenamento (dia)	Luminosidade (L*)	
	30 °C	40 °C
0	36,12 abA	36,12 bA
10	36,31 aA	33,46 dB
20	36,47 aA	33,47 dB
30	35,89 bcA	34,35 cB
40	35,71 cB	37,67 aA
50	33,51 dB	37,45 aA
60	33,23 dB	37,48 aA

DMS para colunas = 0,39; DMS para linhas = 0,25; MG = 35,52; CV% = 0,42

DMS: desvio mínimo significativo; MG: média geral; CV: coeficiente de variação

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Verifica-se que nas temperaturas avaliadas a luminosidade decresceu significativamente durante o período de armazenamento na temperatura de 30 °C; por outro lado, aumentou significativamente na temperatura de 40 °C. Na temperatura de 30 °C a variação foi de 36,12 (tempo zero) a 33,23 (60 dias), ou seja, um decréscimo de aproximadamente 8% ao final de 60 dias de armazenamento; não foi verificada diferença estatística significativa entre os tempos zero, 10 e 20, entre zero e 30, entre 30 e 40, nem entre 50 e 60 dias de armazenamento. Na temperatura de 40 °C a oscilação foi de 36,12 (tempo zero) a 37,48 (60 dias), ou seja, um aumento de aproximadamente 4% ao final de 60 dias de armazenamento; diferença estatística significativa não foi verificada entre os seguintes tempos de armazenamento: 10 e 20 nem entre 40, 50 e 60 dias. Comparando as amostras armazenadas nas duas temperaturas verifica-se que não diferiram estatisticamente entre si, quando aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, somente no tempo zero, diferindo, portanto, nos demais períodos de armazenamento, indicando que a temperatura interferiu de modo significativo na luminosidade final. Constata-se que na temperatura de 30 °C os valores médios da luminosidade foram estatisticamente superiores aos observados na temperatura de 40 °C, no intervalo entre o décimo e o trigésimo dia de armazenamento; já no intervalo entre 40 e 60 dias os valores médios de luminosidade foram estatisticamente maiores na temperatura de 40 °C. Oliveira et al. (11) indicaram, armazenando polpa de mandacaru em pó com adição de 10% de maltodextrina (DE = 10 e 14), que o produto apresentou escurecimento devido à diminuição do valor de L* durante o armazenamento com redução de 24,50 e 23,06% para cada DE, respectivamente. Lee et al. (17), encontraram valores médios de L* correspondentes a 63,6 e 96,1 para sucos em pó obtidos via *spray dryer* com 30% de maltodextrina, de polpas roxas e brancas de pitayas, respectivamente.

Na Tabela 8 tem-se os valores médios da intensidade de vermelho (+a*) para o pó da polpa de pitaya roxa, com 25% de maltodextrina, durante o armazenamento em duas temperaturas e na umidade relativa média de 83%. Percebe-se que nas temperaturas avaliadas a intensidade de vermelho decresceu significativamente durante o período de armazenamento. Na temperatura de 30 °C a variação foi de 39,81 (tempo zero) a 37,46 (60 dias), ou seja, um decréscimo de aproximadamente 6% ao final de 60 dias de armazenamento; não foi verificada diferença estatística significativa entre 20 e 40 dias de armazenamento. Na temperatura de 40 °C a oscilação foi de 39,81 (tempo zero) a 35,60 (60 dias), ou seja, uma diminuição de aproximadamente 10,6% ao final de 60 dias de armazenamento; notando-se tendência de diminuição dos valores médios do parâmetro analisado em todo o período de armazenamento.

Tabela 8 - Valores médios da intensidade de vermelho do pó de pitaya vermelha durante o armazenamento em duas temperaturas (UR – 83%)

Tempo de armazenamento (dia)	Intensidade de vermelho (+a)	
	30 °C	40 °C
0	39,81 aA	39,81 aA
10	38,67 bB	39,11 bA
20	36,84 eB	38,91 bA
30	36,35 fB	38,58 cA
40	36,75 eB	37,73 dA
50	37,84 cA	36,77 eB
60	37,46 dA	35,60 fB

DMS para colunas = 0,24; DMS para linhas = 0,16; MG = 37,87; CV% = 0,25

DMS: desvio mínimo significativo; MG: média geral; CV: coeficiente de variação

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Ainda a 40 °C, diferença estatística significativa não foi verificada somente entre os tempos de 10 e 20 dias. Comparando as amostras armazenadas nas duas temperaturas verifica-se que não diferiram estatisticamente entre si, quando aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, somente no tempo inicial, diferindo, portanto, nos demais períodos de armazenamento, indicando que a temperatura interferiu de modo significativo na intensidade de vermelho final. Constata-se que na temperatura de 40 °C os valores médios da intensidade de vermelho foram maiores que os observados na temperatura de 30 °C, no intervalo que vai do décimo ao quadragésimo dia de armazenamento; já no intervalo que vai do tempo 50 aos 60 dias, os valores médios foram superiores na temperatura de 30 °C. Lisboa et al. (12) notaram, durante o armazenamento de figo-da-índia em pó, que a intensidade de vermelho se elevou com o tempo, sofrendo influência principalmente da temperatura, atingindo de 77 a 79% de acréscimo a 40 °C. Lee et al. (17), encontraram valores médios de +a* correspondentes a 40,6 e 0,15 para sucos em pó obtidos via *spray dryer* com 30% de maltodextrina, de pitayas roxas e brancas, respectivamente.

Na Tabela 9 estão dispostos os valores médios da intensidade de azul (-b*) para o pó da polpa de pitaya roxa, com 25% de maltodextrina, durante o armazenamento em duas temperaturas e na umidade relativa média de 83%.

Tabela 9 - Valores médios da intensidade de azul no pó da polpa de pitaya roxa durante o armazenamento em duas temperaturas (UR – 83%)

Tempo de armazenamento (dia)	Intensidade de azul (-b)	
	30 °C	40 °C
0	-16,11 aA	-16,11 aA
10	-15,62 bA	-14,77 bB
20	-15,58 bA	-14,50 cB
30	-14,63 cA	-12,94 dB
40	-14,38 cA	-12,62 eB
50	-13,36 dA	-12,45 eB
60	-12,77 eA	-9,74 fB

DMS para colunas = 0,26; DMS para linhas = 0,17; MG = 13,97; CV% = 0,72

DMS: desvio mínimo significativo; MG: média geral; CV: coeficiente de variação

Obs.: médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Observa-se que nas temperaturas avaliadas a intensidade de azul diminuiu significativamente durante o período de armazenamento. Na temperatura de 30 °C a variação foi de -16,11 (tempo zero) a -12,77 (60 dias), ou seja, uma redução de aproximadamente 21% ao final de 60 dias de armazenamento; com tendência de aumento dos valores médios em todos os intervalos de tempo do estudo de armazenamento; não sendo verificada diferença estatística significativa entre os tempos 10 e 20, nem entre os 30 e 40 dias de armazenamento. Na temperatura de 40 °C a oscilação foi de -16,11 (tempo zero) a -9,74 (60 dias), ou seja, uma redução de aproximadamente 39,5% ao final de 60 dias de armazenamento, notando-se tendência de aumento dos valores médios do parâmetro analisado em todo o período de armazenamento; ainda a 40 °C, diferença estatística significativa não foi verificada somente entre os tempos de 40 e 50 dias armazenamento.

Comparando as amostras armazenadas nas duas temperaturas verifica-se que não diferiram estatisticamente entre si, quando aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, somente no tempo zero; diferindo, portanto, nos demais períodos de armazenamento, indicando que a temperatura interferiu de modo significativo na intensidade de azul final. Consta-se que na temperatura de 40 °C, a partir do décimo dia de armazenamento, os valores médios da intensidade de azul foram estatisticamente inferiores aos observados na temperatura de 30 °C. Medeiros et al. (21), avaliaram a qualidade pós-colheita de frutos do mirtilheiro das cultivares *Bluegem*, *Climax*, *Delite* e *Powderblue* armazenados sob refrigeração durante 12 dias verificando que os valores negativos da coordenada b^* indicaram coloração azulada, não havendo diferença significativa entre as cultivares e sendo possível descrever que a coloração azul apresentou menor intensidade. Lee et al. (17), encontraram valores médios de b^* correspondentes a -24,4 (azul) e +2,30 (amarelo) para sucos em pó obtidos via *spray dryer* com 30% de maltodextrina, de pitayas roxas e brancas, respectivamente.

CONCLUSÕES

Com base nos parâmetros avaliados nas condições analisadas (tempo, temperatura e umidade) foram perceptíveis diversas variações durante o armazenamento, constatando-se que na temperatura de 30 °C as características do pó da polpa roxa de pitaya liofilizada foram melhor preservadas, sobretudo por apresentar os menores valores médios para o teor e a atividade de água, bem como maiores concentrações de betalaínas (betacianinas e betaxantinas). As embalagens flexíveis laminadas não foram eficientes contra a absorção de água que, por sua vez, influenciou no aumento da atividade de água, mas não ultrapassando o nível de segurança ($a_w < 0,6$). O pó avaliado se mostra como alternativa para o aproveitamento tecnológico e industrial da polpa roxa de pitaya, revelando uma concentração considerável de betalaínas (bioativos), com potencial de utilização pela indústria como ingrediente na formulação de diversos produtos alimentícios.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Campina Grande pela estrutura para a realização da pesquisa. Ao CNPq pela bolsa concedida. Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas *Campus* Piranhas pela liberação e incentivo para participar do 6° ECTAL.

REFERÊNCIAS

1. Arivalagan M, Karunakaran G, Roy TK, Dinsha M, Sindhu BC, Shilpashree VM, Satisha GC, Shivashankara KS. Biochemical and nutritional characterization of dragon fruit (*Hylocereus* species). Food Chemistry [Internet]. 2021 [acesso em 17 nov 2023];353:129426. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129426>
2. Lopes MRS, Fonseca NMCI, Nascimento VA, Guimarães RDCA. Espécies e aplicações tecnológicas da pitaya: uma revisão. Multitemas [Internet]. 2022 [acesso em 17 nov 2023];27(67):167-187. doi: <https://doi.org/10.20435/multi.v27i67.3568>
3. Marques VB, Moreira RA, Ramos JD, Araújo NA, Silva FOR. Fenologia reprodutiva de pitaya vermelha no município de Lavras, MG. Ciência Rural [Internet]. 2011

- [acesso em 17 nov 2023];41(6):984-987. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000071>
4. Narayana CK. Phytochemicals in fruits and their therapeutic properties. CRC Press; 2021.
 5. Brar JS, Sharma S, Kaur H, Singh H, Naik, EK, Adhikary, T. Phytochemical properties, antioxidant potential and fatty acids profiling of three dragon fruit species grown under sub-tropical climate. Not Bot Horti Agrobo [Internet]. 2023 [acesso em 17 nov 2023];51(3):12993-12993. doi: <https://doi.org/10.15835/nbha51312993>
 6. Wakchaure GC, Kumar S, Meena KK, Rane J, Pathak, H. Dragon fruit cultivation in India: scope, constraints and policy issues. NIASM Technical Bulletin [Internet]. 2021 [acesso em 17 nov 2023];27:47. Disponível em: <http://niam.res.in/sites/default/files/pdfs/DragonFruitBulletin-27.pdf>
 7. Tarte I, Singh A, Dar AH, Sharma A, Altaf A, Sharma P. Unfolding the potential of dragon fruit (*Hylocereus* spp.) for value addition: A review. eFood [Internet]. 2023 [acesso em 17 nov 2023];4(2):e76. doi: <https://doi.org/10.1002/efd2.76>
 8. Dhiman A, Suhag R, Chauhan DS, Thakur D, Chhikara S, Prabhakar PK. Status of beetroot processing and processed products: Thermal and emerging technologies intervention. Trends Food Sci Technol [Internet]. 2021 [acesso em 17 nov 2023];114:443-458. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.042>
 9. Martínez S, Carballo J. Physicochemical, sensory and nutritional properties of foods affected by processing and storage. Foods [Internet]. 2021 [acesso em 17 nov 2023];10(12):2970. doi: <https://doi.org/10.3390/foods10122970>
 10. Adeyeye, SAO. The role of food processing and appropriate storage technologies in ensuring food security and food availability in Africa. Nutr Food Sci [Internet]. 2017 [acesso em 17 nov 2023];47(1):122-139. doi: <https://doi.org/10.1108/NFS-03-2016-0037>
 11. Oliveira AS, Figueirêdo RMF, Queiroz, AJM, Brito, JG. Estabilidade da polpa do *Cereus jamacaru* em pó durante o armazenamento. Rev Bras Eng Agríc Ambient [Internet]. 2015 [acesso em 17 nov 2023];19(2):147-153. doi: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n2p147-153>
 12. Lisbôa CGC, Figueirêdo RMF, Queiroz AJM. Armazenamento de figo-da-índia em pó. Rev Bras Eng Agríc Ambient [Internet]. 2012 [acesso em 17 nov 2023];16(2):216-221. doi: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000200013>
 13. Arlindo DM, Queiroz AJM, Figueirêdo RMF. Armazenamento de pimentão em pó em embalagem de polietileno. Rev Bras Prod Agroind [Internet]. 2007 [acesso em 17 nov 2023];9(2):111-118. Disponível em: https://web.archive.org/web/20190428171155id_/http://www.bibliotekevital.org/revistas/RBPA/v09n02/v09n02a02.pdf

14. AOAC Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists. Arlington: Association of Official Analytical Chemists; 2016. (AOAC; 20th ed; Method 934.01).
15. Goula AM, Adamopoulos KG. Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. The effect on powder properties. J Food Eng [Internet]. 2005 [acesso em 17 nov 2023];66(1):35–42. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.02.031>
16. Silva FAS, Azevedo CAV. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr J Agric Res [Internet]. 2016 [acesso em 17 nov 2023];11(39):3733-3740. doi: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>
17. Lee KH, Wu TY, Siow LF. Spray drying of red (*Hylocereus polyrhizus*) and white (*Hylocereus undatus*) dragon fruit juices: physicochemical and antioxidant properties of the powder. Int J Food Sci Technol [Internet]. 2013 [acesso em 17 nov 2023];48(11):2391–2399. doi: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12230>
18. Melo AB Filho, Vasconcelos MAS. Química de alimentos. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2011. 78 p.
19. Selvamuthukumar M, Khanum F. Effect of modified atmospheric packaging on physicochemical, sensory and microbiological properties of spray-dried seabuckthorn fruit juice powder stored in metallized polyester pouch at room temperature. J Food Process Pres [Internet]. 2015 [acesso em 17 nov 2023];39(3):231–238. doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12225>
20. Ghokale SV, Lele SS. Betalain content and antioxidant activity of *Beta vulgaris*: effect of hot air convective drying and storage. J Food Process Pres [Internet]. 2014 [acesso em 17 nov 2023];38(1):585-590. doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12006>
21. Medeiros JGS, D'Angelo JWO, Biasi LA, Cuquel FL. Influência do armazenamento refrigerado na qualidade pós-colheita de mirtilo. In: Anais do 1º Congresso Brasileiro de Processamento Mínimo e Pós-Colheita de Frutas, Flores e Hortaliças; 2015 maio 24-28; Aracaju, Sergipe. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe; 2015.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA PRÓPOLIS VERMELHA PROVENIENTE DE APIÁRIO DE BREJO GRANDE- SE

Elisandra Rabêlo da Silva¹; Gustavo Henrique Daniel Santos Silva²; Maria Vitória Lima Costa Donato³; Rodrigo Lira de Oliveira⁴; Suzana Pedroza da Silva⁵

¹Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos– UFAPÉ

E-mail: rabeloelisandra1@gmail.com

²Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos– UFAPÉ

E-mail: gd30440@gmail.com

³Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos– UFAPÉ

E-mail: vitoriadonato57@gmail.com

⁴Téc. dos Lab. Multiusuários de Ciência e Tecnologia de Alimentos– UFAPÉ

E-mail: rodrigo.lira@ufape.edu.br

⁵Docente do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPÉ

E-mail: suzana.pedroza@ufape.edu.br

Resumo: Dos produtos apícolas o mel é o mais comercializado e consumido, contudo o interesse pela própolis vem crescendo, devido à sua complexa composição, propriedades biológicas e sensoriais. A composição da própolis difere em virtude dos fatores ambientais, localização e origem vegetal. Assim, em um país como o Brasil que conta com uma vasta biodiversidade identificou diversos tipos de própolis, com isso, a própolis brasileira foi subdividida em 13 grupos, levando em conta a tonalidade, odor e consistência. Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi estudar a caracterização físico-química e verificar se a própolis vermelha está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Para isso, foram avaliados os seguintes parâmetros para as 20 colmeias: umidade, atividade de água (aW), cinzas, proteína, acidez total titulável (ATT), pH, sólidos solúveis totais (SST) e condutividade elétrica (CE). A maioria das amostras estavam dentro dos limites estabelecidos pela Instrução Normativa n° 3 de 2001; para os parâmetros umidade e cinzas, exceto as amostras das colmeias C9, C10, C11, C12, C13, C14 e C15 (11,47%; 11,52%; 11,43%; 11,43%; 11,34%; 11,36%; 11,42%) que apresentaram teores de umidade acima de 8% (valor máximo), os demais parâmetros não possuem limites definidos pela legislação. Diante disso, esses resultados indicam que a própolis vermelha obtida de apiário localizado em Brejo Grande (SE) se encontra em conformidade com a legislação vigente, assim como ressaltam a importância da caracterização físico-química para verificar salubridade desse produto amplamente comercializado.

Palavras-chave: Composição; Controle de qualidade; Produtos apícolas

INTRODUÇÃO

O principal produto da apicultura é o mel, entretanto outros produtos como geleia real, cera de abelha, pólen e própolis vem ganhando destaque devido a sua vasta aplicabilidade, qualidades nutricionais e características antioxidantes e antimicrobianas. Um

exemplo disso é a própolis, que despertou o interesse do mercado internacional em virtude das suas propriedades biológicas, sensoriais e por não apresentar substâncias contaminantes (1). A Instrução Normativa nº 3 de 2001 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), define a própolis como um produto oriundo de substâncias resinosas, gomosas e balsâmicas, colhidas pelas abelhas, de brotos, flores e exsudados de plantas, nas quais as abelhas acrescentam secreções salivares, cera e pólen para a elaboração final do produto (2).

Deste modo, a própolis é constituída por cerca de 50% de resina e bálsamo, 30% de cera, 10% de óleos essenciais e aromáticos, 5% de pólen e 5% de impurezas e artefatos. Ademais foram identificados mais de 300 compostos, como flavonoides (galangina, crisina, tectocrisina, pinocembrina, canferol, quercetina), aldeídos aromáticos (vanilina e isovanilina), cumarinas, ácidos fenólicos (ácido caféico, ferúlico, cinâmico e cumárico), ácidos orgânicos, ácidos e ésteres alifáticos e aromáticos, açúcares, álcoois, ácidos graxos, aminoácidos, esteroides, cetonas, chalconas, diidrochalconas, terpenoides e proteínas. A própolis ainda exibe uma natureza lipofílica, se apresentando dura e quebradiça quando fria, maleável e pegajosa quando aquecida, dispendo de um aroma agradável e uma coloração distinta, que depende da origem botânica e localização geográfica. Assim, a composição química está diretamente ligada as resinas e bálsamos de origem vegetal empregados na produção (3,4).

Nesse contexto, há uma grande variedade de própolis com alguns tipos mais difundidos no contexto mundial, como a própolis verde, vermelha, marrom, álamo, bétula, clusia, própolis do Mediterrâneo, do Pacífico, do Egito, da Tunísia e iraniana, todas apresentam origem vegetal e geográficas diferentes. Em países como o Brasil que exibem uma vasta extensão territorial e biodiversidade pode-se verificar um grande número de tipos de própolis (verde, amarela, marrom, preta e vermelha), com isso as própolis foram catalogadas e subdivididas em 13 grupos, levando em conta a transição de tonalidade, odor e consistência (5, 6).

A própolis verde brasileira é a mais estudada e apresenta uma origem vegetal prevaemente o alecrim do campo (*Baccharis dracunculifolia*) pertence ao grupo, sendo predominantemente encontrada na região Sudeste, nos estados de São Paulo e Minas Gerais (6). Enquanto que, a própolis amarela é classificada nos grupos 1, 9, 10 e 11, comumente encontrada no estado do Mato Grosso do Sul, apresenta baixos teores de compostos fenólicos e flavonoides. Enquanto a própolis marrom que integra os grupos 5, 6, 7 e 12 apresenta uma origem botânica diversificada, onde ainda não foi possível definir a principal matéria-prima, além disso conta com uma elevada concentração de ácidos graxos (ácido oleico, ácido linoleico, palmitato e estearato) e compostos polifenólicos derivados do ácido cumárico, cinâmico e flavonoides. Um outro tipo de própolis que está sendo estudado, é a própolis preta, produzida no Nordeste, a partir da jurema-preta (*Mimosa Hostilis* Benth), entretanto tem-se poucos estudos sobre esse tipo de própolis (7).

A própolis vermelha que é normalmente encontrada na região de mangues e próximo a lagoas, rios e praias do Nordeste, nos estados de Alagoas, Bahia, Paraíba, Sergipe e Pernambuco, tem como matéria-prima principal o marmeleiro-da-mata (*Dalbergia ecastophyllum*). Pertence ao 13º grupo onde se diferencia por possui uma valiosa composição química, com isoflavonas, chalconas, terpenos, pterocarpanas, benzofenomas

preniliadas taninos condensados e flavonoides, quando comparada com as demais, a vermelha apresenta um maior potencial antioxidante em virtude dos compostos fenólicos. Ademais, possui uma extensa atividade antimicrobiana, antifúngica, antioxidante e anti-inflamatória (8, 9).

Em virtude das características biológicas favoráveis apresentada pelos diversos tipos de própolis, em especial a vermelha, esta é bastante utilizada em diversos setores como o farmacêutico na formulação de medicamentos e produtos naturais que geralmente são encontrados na forma de cápsulas, xaropes, cremes e extratos (10). Na alimentação animal, sendo introduzido na nutrição de aves e ovinos. Para o setor alimentício, tem-se desenvolvido diversas aplicações, como a utilização na formulação de filmes biodegradáveis (11) e comestíveis aplicados às frutas (12), como revestimento para ovos (13), como conservante natural e antioxidante para carnes (14). Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar físico-quimicamente e verificar se a própolis vermelha obtida no apiário do município de Brejo Grande – SE está dentro dos padrões de qualidade exigido pela legislação.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de própolis vermelha foram coletadas nas seguintes colmeias C1 (colmeia 1), C2 (colmeia 2), C3 (colmeia 3), C4 (colmeia 4), C5 (colmeia 5), C6 (colmeia 6), C7 (colmeia 7), C8 (colmeia 8), C9 (colmeia 9), C10 (colmeia 10), C11 (colmeia 11), C12 (colmeia 12), C13 (colmeia 13), C14 (colmeia 14), C15 (colmeia 15), C16 (colmeia 16), C17 (colmeia 17), C18 (colmeia 18), C19 (colmeia 19) e C20 (colmeia 20) em um apiário localizado na zona rural do município de Brejo Grande – SE. Sendo realizada com um espaço de 15 a 20 dias entre uma coleta e outra. Separou-se as impurezas e as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, sendo direcionada a Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE) e posteriormente congeladas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até a realização das análises.

Para a realização das análises físico-químicas e determinação da qualidade a própolis foi macerada para facilitar a manipulação. Os parâmetros analisados foram: umidade por secagem em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ até atingir peso constante; o teor de cinzas pela incineração em mufla a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$; acidez total titulável (ATT) determinada pelo método titulométrico, no qual se empregou NaOH (0,1 M); proteína pelo método de Kjeldahl; Atividade de água (aW) foi determinada a partir de leituras direta no analisador de atividade de água; sólidos solúveis totais (SST) por leituras em refratômetro digital; condutividade elétrica (CE) verificada por meio de leituras no condutivímetro; pH averiguado com pHmetro digital. Todas as análises foram realizadas em triplicata conforme as metodologias estabelecidas pelo Instituto Adolf Lutz (15).

A análise dos dados obtidos na caracterização foi realizada através do *software* Minitab 17, no qual foi considerada a diferença estatisticamente significativa para $p < 0,05$ conforme a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização físico-química da própolis se faz necessário, visto que esse produto pode ser utilizado como matéria-prima para diversos setores industriais, tais como a indústria de cosméticos, a farmacêutica e a de alimento. Assim, na Tabela 1 estão dispostos os resultados da caracterização físico-química da própolis vermelha obtida na zona rural do município de Brejo Grande – SE.

A umidade é um parâmetro que concede dados a respeito da qualidade da própolis, em relação as condições de armazenamento e manuseio do produto. Foi verificado um alto teor de água para as colmeias de 9 a 15 (11,34% a 11,52%), estando fora do limite estabelecido pela legislação vigente, no qual o valor máximo admitido para esse parâmetro é 8% (2). Em relação as demais, observou-se que as colmeias C2, C5 e C8 (6,93%, 6,44% e 7,34%) com diferenças estatisticamente significativas, apresentaram valores dentro do estabelecido pela legislação. Machado *et al.* (6), relataram resultados semelhantes (7,26%) para a própolis vermelha obtida no estado de Sergipe. De acordo com Grassi *et al.* (16), as condições ambientais, de coleta, manuseio e armazenamento são fatores que influenciam diretamente na umidade da própolis.

A atividade de água (aW) indica a quantidade de água disponível para reações de deterioração e crescimento microbiológico. Para esse parâmetro foi observado que as colmeias C14, C15, C18, C19 e C20 diferiram estatisticamente, apresentando uma variação de 0,64 a 0,78; valores semelhantes foram relatados por Devequi-Nunes *et al.* (17) para a própolis vermelha do município de Canavieiras - BA. A faixa observada para a própolis vermelha de Brejo Grande - SE é a ideal para o desenvolvimento de leveduras, fungos, bactérias, assim como algumas reações enzimáticas, por isso a atividade de água juntamente com o teor de umidade, são indicadores da perecibilidade e susceptibilidade que um alimento apresenta ao crescimento microbiológico.

A determinação do teor de cinzas é de fundamental importância para verificar a qualidade da própolis, especialmente se comercializada em pó, uma vez que esse parâmetro sofre alterações com percentual de impurezas presentes na amostra, que podem ser oriundas de extrações anteriores ou adicionadas intencionalmente. Para esse parâmetro observou-se que os valores das amostras variaram de 0,89 a 1,09% com a colmeia C20 diferindo estatisticamente das demais. Ademais valores semelhantes foram relatados por Machado *et al.* (6), onde obtiveram um teor de cinzas de 1,04% para amostras de própolis vermelha proveniente do estado de Sergipe. Além disso, os resultados obtidos indicam que todas as amostras estão dentro do que é preconizado pela legislação vigente (máximo 5%) (2).

Em relação a quantidade de proteína identificado na própolis geralmente é proveniente do pólen incorporado em sua composição. Para este parâmetro, verificou-se variações significativas entre as amostras da colmeia C20 apresentando o menor valor 2,02% e da C9 com o maior valor 9,98%. Segundo Anjum *et al.* (18) a composição e qualidade da própolis dependem da origem geográfica, tipos de fonte vegetal, época de coleta, estação do ano, condições climáticas e abelhas, desta maneira a diferença dos resultados está ligada as condições climáticas durante o período de produção e coleta da própolis, uma vez que colmeias se encontram na mesma região e a própolis é produzida pela mesma espécie de abelha.

Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas da própolis vermelha do apiário do município de Brejo Grande-SE.

Amostras	Parâmetros							
	Umidade (%)	aW	Cinzas (%)	Proteína (%)	ATT (mEqkg ⁻¹)	pH	SST (°Brix)	CE (µScm ⁻¹ g ⁻¹)
C1	7,53±0,010 ^g	0,70±0,01 ^{bc}	0,96±0,000 ^g	2,13±0,002 ⁱ	1,57±0,058 ^{def}	7,30±0,100 ^{ab}	7,67±0,058 ^{cdef}	41,23±0,058 ^h
C2	6,93±0,010 ⁱ	0,72±0,00 ^b	0,96±0,001 ^f	2,15±0,004 ^h	1,43±0,058 ^{ef}	7,30±0,000 ^{ab}	7,87±0,058 ^{cd}	41,53±0,115 ^{fg}
C3	6,88±0,000 ^j	0,73±0,006 ^b	0,98±0,001 ^d	2,16±0,001 ^h	1,53±0,115 ^{def}	7,23±0,153 ^{ab}	7,97±0,115 ^{cd}	41,23±0,058 ^h
C4	6,88±0,015 ^j	0,73±0,006 ^b	0,95±0,000 ^h	2,20±0,001 ^{fg}	1,60±0,000 ^{cde}	7,20±0,346 ^{abc}	9,27±0,115 ^a	42,50±0,100 ^d
C5	6,44±0,020 ^k	0,73±0,006 ^b	0,94±0,002 ^h	2,15±0,001 ^{hi}	1,43±0,058 ^{ef}	7,17±0,058 ^{abc}	8,13±0,058 ^{bc}	41,63±0,289 ^f
C6	7,62±0,006 ^f	0,72±0,006 ^b	0,93±0,001 ⁱ	2,15±0,002 ^h	1,43±0,058 ^{ef}	7,07±0,115 ^{bcd}	8,47±0,115 ^b	42,37±0,058 ^d
C7	7,63±0,006 ^f	0,77±0,023 ^a	0,95±0,002 ^g	2,18±0,025 ^g	1,43±0,058 ^{ef}	7,00±0,006 ^{bcd}	7,57±0,058 ^{def}	41,33±0,058 ^{gh}
C8	7,34±0,020 ^h	0,71±0,012 ^{bc}	0,99±0,001 ^d	2,15±0,001 ^{hi}	1,53±0,115 ^{def}	7,47±0,115 ^a	7,67±0,115 ^{cdef}	41,51±0,179 ^{fgh}
C9	11,47±0,012 ^{ab}	0,68±0,006 ^c	0,97±0,002 ^e	9,98±0,003 ^a	1,47±0,058 ^{ef}	7,00±0,006 ^{bcd}	7,33±0,115 ^{ef}	68,43±0,032 ^b
C10	11,52±0,012 ^a	0,69±0,006 ^c	0,93±0,001 ⁱ	9,46±0,002 ^c	1,80±0,000 ^{ab}	6,73±0,058 ^d	7,27±0,115 ^{fg}	68,41±0,010 ^b
C11	11,43±0,012 ^{bc}	0,68±0,004 ^c	0,92±0,001 ^j	9,78±0,002 ^b	1,77±0,058 ^{abc}	6,80±0,000 ^d	7,57±0,058 ^{def}	68,41±0,006 ^b
C12	11,43±0,000 ^{bc}	0,69±0,001 ^c	1,03±0,003 ^c	9,14±0,001 ^d	1,87±0,058 ^a	6,87±0,058 ^{cd}	7,53±0,231 ^{def}	68,33±0,058 ^b
C13	11,34±0,020 ^d	0,68±0,001 ^c	1,06±0,003 ^b	9,46±0,001 ^c	1,93±0,058 ^a	6,77±0,153 ^d	6,37±0,058 ^h	68,98±0,010 ^a
C14	11,36±0,020 ^d	0,64±0,003 ^d	1,09±0,002 ^a	9,47±0,001 ^c	1,66±0,058 ^{bcd}	6,87±0,058 ^{cd}	6,70±0,173 ^h	67,98±0,006 ^c
C15	11,42±0,006 ^c	0,64±0,002 ^d	1,04±0,002 ^c	9,06±0,002 ^e	1,80±0,000 ^{ab}	6,73±0,115 ^d	6,83±0,058 ^{gh}	67,85±0,026 ^c
C16	7,55±0,012 ^g	0,65±0,028 ^d	0,93±0,002 ⁱ	2,16±0,001 ^h	1,87±0,058 ^a	7,23±0,058 ^{ab}	7,53±0,306 ^{def}	40,74±0,084 ⁱ
C17	7,60±0,020 ^f	0,72±0,002 ^b	0,98±0,001 ^f	2,16±0,002 ^h	1,40±0,100 ^f	7,30±0,000 ^{ab}	7,87±0,058 ^{cd}	40,35±0,031 ^j
C18	7,51±0,012 ^g	0,78±0,003 ^a	0,99±0,003 ^d	2,16±0,002 ^h	1,60±0,000 ^{cde}	7,17±0,058 ^{abc}	7,73±0,058 ^{cdef}	40,14±0,021 ^j
C19	7,82±0,000 ^e	0,78±0,005 ^a	0,98±0,002 ^d	2,21±0,002 ^f	1,43±0,058 ^{ef}	7,27±0,058 ^{ab}	7,77±0,231 ^{cde}	42,03±0,006 ^e
C20	7,83±0,031 ^e	0,78±0,001 ^a	0,89±0,001 ^k	2,02±0,001 ^j	1,20±0,000 ^g	7,07±0,058 ^{bcd}	9,37±0,379 ^a	41,64±0,015 ^f

aW – atividade de água; ATT – acidez total titulável; SST – sólidos solúveis totais; CE – condutividade elétrica. Valores com a mesma letra não apresentam diferenças estatísticas significativas para $p > 0,05$.

A respeito da acidez total titulável, os resultados obtidos indicaram uma baixa acidez para todas as amostras de própolis, com uma variação de 1,20 a 1,93 mEqkg⁻¹ com isso as amostras das colmeias C20 e C13 apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si. Com relação ao pH observou-se que os resultados para todas as amostras se encontraram dentro da neutralidade. O menor valor de pH foi percebido para as amostras provenientes das colmeias C10 e C15 (6,73 e 6,73) e a C8 apresentou um valor de pH mais alto (7,47), este resultado apresenta diferenças estatísticas significativas, dos demais resultados. A acidez total titulável e o pH são parâmetros que são utilizados na avaliação da qualidade dos produtos alimentícios, visto que valores elevados de acidez e valores baixos de pH dificultam o crescimento microbiológico, contudo para a determinação da qualidade da própolis não são análises frequentemente realizadas, uma vez que não estão estabelecidas no regulamento técnico de identidade e qualidade (RTIQ).

Em relação ao teor de sólidos solúveis totais (SST) observou-se que os resultados para as amostras se apresentaram entre 6,37 e 9,37 °Brix, com as colmeias C13 e C20 diferindo estatisticamente entre si. Ainda foi possível verificar que para o grupo de colmeias C9, C10, C11, C12, C13, C14 e C15 que apresentaram os maiores percentuais de umidade, obteve-se uma menor concentração de SST (7,33; 7,27; 7,57; 7,53; 6,37; 6,70 e 6,83 °Brix), o aumento do teor de água pode provocar uma dissolução dos sólidos solúveis presentes nas amostras de própolis. Acerca da condutividade elétrica que está ligada a transferência de elétrons e a formação de íons, verificou-se que as colmeias C13 e 19 (68,98 e 42,03 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) apresentaram diferenças estatísticas significativas. Além disso, foi possível observar um aumento na condutividade para as colmeias com maiores percentuais de umidade.

CONCLUSÕES

As amostras de própolis vermelha obtidas na cidade de Brejo Grande – SE, apresentaram valores de umidade conforme o limite preconizado pela legislação brasileira, exceto um grupo de amostras onde os valores de umidade excederam o limite máximo, tais diferenças confirmam a forte influência que as condições ambientais exercem sobre a composição da própolis. Enquanto que para teor de cinzas todas as amostras se apresentaram em conformidade com legislação. Em relação aos demais parâmetros, indicaram a relevância das informações obtidas a partir caracterização físico-química, em relação a salubridade da própolis para aplicação na formulação de produtos alimentícios, na elaboração de biofilmes, na composição de revestimentos para alimentos, na alimentação animal e humana.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), ao Laboratório de Análises de Alimentos (LAAL), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil), a FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco) e ao Grupo de Pesquisa Coffea.

REFERÊNCIAS

1. Barreto ALH, Lopes MTR., Pereira FM, Souza BA. Controle de qualidade da própolis. Documentos 268/Embrapa Meio-Norte, Teresina, 2020.
2. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 3, de 19 de janeiro de 2001. Aprova os regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geleia Real, Geleia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis. Brasília, 2001.
3. Oryan A, Alemzadeh E, Moshiri A. Potential role of propolis in wound healing: Biological properties and therapeutic activities. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2018; v. 98, p. 469-483.
4. Salgueiro FB, Castro RN. Comparação entre a composição química e capacidade antioxidante de diferentes extratos de própolis verde. *Quim. Nova*, 2016; v. 39, n. 10, p. 1192-1199.
5. Silva-Carvalho R, Baltazar F, Almeida-Aguiar C. Propolis: a complex natural product with a plethora of biological activities that can be explored for drug development. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015; p.1-29.
6. Machado BAS, Silva RPD, Barreto GA, Costa SS, Silva DF, Brandão HN, Rocha JLC, Dellagostin OA, Henriques JAP, Umsza-Guez MA, Padilha FF. Chemical composition and biological activity of extracts obtained by supercritical extraction and ethanolic extraction of brown, green and red propolis derived from different geographic regions in Brazil, *Plos One*, 2016; v. 11, n. 1, p.1-26.
7. Cunha MH. Composição química e atividade biológica do extrato hidroalcolóico de própolis preta [dissertação]. Pombal: Universidade Federal de Campina Grande; 2018.
8. Andrade JKS, Denadai M, De Oliveira CS, Nunes ML, Narain N. Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity of brown, green and red propolis from Brazilian northeast region. *Food Research International*, 2017; v.101, p. 129–138.
9. Nascimento TG, Silva AS, Constant PBL, Silva SAS, Moura MABF, Almeida CP. Phytochemical screening, antioxidant and antibacterial activities of some commercial extract of propolis. *Journal Of Apicultural Research*, 2018; v. 57, n. 2, p.246-254.
10. Nascimento NM. Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis de araruta com própolis vermelha de Alagoas [tese]. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, Centro de Tecnologia; Alagoas, 2021.
11. Salatino A, Salatino MLF, Negri G. How diverse is the chemistry and plantorigin of Brazilian propolis? *Apidologie*, 2021, 0123456789.

12. Abreu CTA. Desenvolvimento de biofilme comestível enriquecido com própolis vermelha aplicado no revestimento de acerola (*Malpighia emarginata*) [dissertação]. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Nutrição; Alagoas, 2019.
13. Lima LAA. Resíduo de própolis vermelha: uma alternativa para a conservação de ovos de poedeiras comerciais [dissertação]. Rio Largo: Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharia e Ciências Agrárias; Alagoas, 2021.
14. Assis APP. Qualidade da carne bovina submetida à marinação com própolis verde, vermelha e marrom [tese]. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-árido; Rio Grande do Norte, 2020.
15. Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-químicos para alimentos, 4ª ed, São Paulo, 1030p., 2008.
16. Grassi G, Capasso G, Gambacorta E, Perna AM. Chemical and functional characterization of propolis collected from different areas of south Italy. *Foods*. 2023; v.12, p.3481.
17. Devequi-Nunes D, Machado BAS, Barreto GA, Silva JR, Silva DF, Rocha JLC, Brandão HN, Borges VM, Umsza-Guez MA. Chemical characterization and biological activity of six different extracts of propolis through conventional methods and supercritical extraction. *Plos one*. 2018; 13(12): e0207676.
18. Anjum SI, Ullah A, Khan KA, Attaullah M, Khan H, Ali H, Bashir MA, Tahir M, Ansari MJ, Ghramh HA, Adgaba N, Dash CK. Composition and functional properties of propolis (bee glue): A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2019; v.26, n.7, p.1695-1703.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA EM DIFERENTES COMPOSTOS DE ERVA-MATE

Jessica Porfírio Severo¹; Gustavo Henrique Daniel Santos Silva²; Maria Vitória Lima Costa Donato³; Denilson Lopes Ferreira Guimarães⁴; Suzana Pedroza da Silva⁵;

¹Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos – LAAL – UFAPE; E-mail: severopjessica@gmail.com

²Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos – LAAL – UFAPE

³Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos – LAAL – UFAPE

⁴Estudante do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos – LAAL – UFAPE

⁵Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos – LAAL – UFAPE

Resumo: A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma planta utilizada e semeada em regiões com climas subtropicais, sendo os principais países produtores: Brasil, Argentina, Chile e Uruguai. A vegetação é típica da região Sul do país com os aspectos e características físicas compostas por plantios de até doze metros de altura com pequenos frutos nas cores verde ou vermelho-arroxeados. O Brasil é um dos maiores produtores comerciais do mundo tendo como propósito o aumento da produção de folhas jovens para produtos diferenciados com maior retorno financeiro, este processo consiste em preservar as características cultivadas desde a colheita até o produto final. O seu consumo costuma ser por meio da infusão em água quente ou fria, a partir de chás ou através de bebidas do centro-sul do país como o chimarrão e o tereré, que proporciona ao consumidor aromas e sabores característicos. Logo, o presente trabalho teve como objetivo não somente caracterizar a erva-mate de manejo orgânico tradicional, mas também diferenciar de produtos com adição de diversos componentes como chás e menta, ao qual proporcionam propriedades singulares e peculiares. Foram utilizadas quatro tipos de amostras de duas marcas distintas: a primeira de manejo orgânico tradicional e a segunda de três embalagens contendo chás e menta. As análises realizadas foram: Umidade, Cinzas, Lipídios, Atividade de água (Aw), Sólidos Solúveis Totais (SST), Condutividade Elétrica (Cond), Açúcares Redutores (AR), Acidez Total Titulável (ATT), Proteínas e Cafeína. De acordo com os parâmetros analisados, os resultados obtidos evidenciaram poucas diferenças quando comparadas uma amostra com a outra, sendo a de manejo orgânico mais suscetível à deterioração e que a adição de outros componentes, como os chás juntamente com a erva proporciona um aumento no teor de gordura do produto.

Palavras-chave: chás; cafeína; chimarrão; erva-mate

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma planta cultivada em regiões subtropicais no qual ocorre naturalmente em países como: Brasil, Uruguai, Argentina e Chile. Sua vegetação pode atingir até doze metros de altura, com pequeno fruto verde ou vermelho-arroxeados, sua

espécie é típica no Sul do país, sendo sua produção típica no centro-sul do país, onde o cultivo representa importante potencial econômico, social e cultural (1).

A erva-mate apresenta propriedades tanto medicinais como nutricionais sendo composta por algumas características naturalmente como por exemplo, estimulantes ao sistema nervoso central e analgésico, antirreumático, anti-ulceroso, laxante, atividades antioxidantes, diuréticas, entre outros. Em sua composição também é possível encontrar compostos bioativos que podem reduzir o risco de doença crônicas e degenerativas, como metilxantinas (cafeína e teobrominas), compostos fenólicos (ácido caféico e ácido clorogênico), flavonóides (rutina e quercetina), saponinas e aminoácidos (2).

O processo de produção da erva-mate pode ser através de diversas formas, sendo a mais utilizado para o chimarrão a que é constituído por três etapas distintas: a pré-secagem, na qual a erva ainda verde costuma ficar exposta a altas temperaturas para atenuar a umidade e inativar as enzimas oxidativas; a secagem, na qual ela é exposta ao ar quente em tambores rotativos e aquecidos; e a moagem, onde é triturada e recebe a secagem adicional. Logo, após pode ser triturada recebe o nome de processo de cancheamento, esse processo consiste em moer a erva-mate em pedaços mais grossos, fazendo a diferenciação da erva fina e grossa para o consumo. O consumo da erva pode ser através de três maneiras diferentes, sendo elas: o chá mate (queimado ou cozido) na qual a torra também pode ser utilizada para adição de cervejas; através do chimarrão no qual é utilizado água quente e para infusão recipientes chamado “cuia” e “bomba”; e o tereré que é utilizada a água fria, sendo mais procurado para os dias quentes e utilizado o “guampa” no lugar da cuia (3).

Além disso, a erva-mate também pode ser utilizada para compor alimentos diversificados para o mercado consumidor como no preparo de balas, gomas, pães, bolo, barra de cereais, matchá, entre outros (4, 5). Estudos revelam que o consumo pode ser de grande relevância e promissor nutricionalmente falando para pessoas atletas quando erva-mate combinada com exercício físico e desempenho, visto indicam um potencial terapêutico e ergogênico melhorando no desempenho com aumento de substratos energéticos no corpo e altas taxas de recuperação muscular (6).

A planta sofre um processamento térmico e em muitas vezes é envelhecida (etapa final e opcional) apresentando um sabor mais forte e uma coloração amarelada diferenciando do chimarrão brasileiro. No Brasil é consumida quando a coloração é um verde intenso não passando pelo processo de envelhecimento. Enquanto que, para exportação e aceitação no exterior, o processo dura em torno de 10 meses ficando com a coloração amarelada e podendo alterar a composição de extratos obtidos (7).

Entre estes compostos da erva-mate, destaca-se o teor de cafeína, uma metilxantina encontrada em níveis mais elevados nas folhas e superior ao do próprio café, cerca de 1,0% a 2,5% (8, 9). Esta variação de cafeína pode apresentar não somente variações genéticas como ambientais, os quais vão agregar valor e qualidade ao produto final (10). Apesar do consumo da cafeína apresentar seus benefícios, existe a população que possui limitações ao uso por sensibilidade ao produto, cerca de 10% do mercado de café possui intolerância à cafeína, sendo uma má reação ao aumento do hormônio adrenalina, causando em algumas pessoas tremeiras, desconforto estomacal, dor de cabeça, insônia, palpitações e aumento na ansiedade (11).

Contudo, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização físico-química da erva-mate de manejo orgânico tradicional e com a presença de aditivos, como chás (funcho, erva-doce, camomila, capim-limão, hortelã, boldo, camomila, carqueja, erva-doce, funcho,

chá verde e abacaxi) e menta, cultivadas e processadas na região do Rio Grande do Sul ao qual proporciona propriedades singulares e peculiares.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de erva-mate utilizadas para chimarrão de duas marcas distintas foram adquiridas através da internet em uma loja localizada em Rio Preto - SP, num total de quatro amostras, sendo a primeira marca a de manejo orgânico tradicional (CO) e a segunda marca, as três embalagens contendo chás e menta (CEC; CECS, CECM) de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Amostras erva-mate utilizadas para chimarrão utilizadas para as análises e os seus componentes.

Amostras	Componentes
Erva-mate Orgânica (CO)	Erva-mate orgânica moída
Erva-mate com Adição de Chás (CEC)	Funcho, erva-doce, camomila e capim-limão
Erva-mate com Adição de Chás Selecionados (CECS)	Hortelã, boldo, camomila, carqueja, erva-doce, funcho, chá verde e abacaxi
Erva-mate com Adição de Menta (CECM)	Menta

Todos os experimentos ocorreram no Laboratório de Análise de Alimentos (LAAL) localizado no LACTAL - UFAPE.

Parâmetros Físico-Químicos Analisados

As análises realizadas foram: Umidade, Cinzas, Lipídios, Atividade de água (Aw), Sólidos Solúveis Totais (SST), Condutividade Elétrica (Cond), Açúcares Redutores (AR), Acidez Total Titulável (ATT), Proteínas e Cafeína. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O teor de umidade foi determinado, de acordo com o determinado pelo Instituto Adolfo Lutz (12), utilizando a Equação 1 para obtenção do resultado, onde N é equivalente a quantidade de perda de massa em gramas e P é o número de gramas da amostra.

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{Umidade} \quad (1)$$

Na realização da análise de cinzas, de acordo com o Instituto de Adolfo Lutz (12), foi utilizado a mufla e em seguida efetuado os cálculos de acordo com a Equação 2, onde N é número de gramas de cinzas e P é o número de gramas da amostra:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{Cinzas por cento } m/m \quad (2)$$

Na determinação do teor de lipídios, pelo método de DETMANN et al (13), o qual a técnica consiste na extração tipo Soxhlet, utilizando a Equação 3 para obtenção do resultado, o qual EE é a massa de lipídios presente na amostra (g) e ASA é a massa da amostra.

$$\%EE = \frac{EE}{ASA} * 100 \quad (3)$$

Para a aferição direta da atividade de água utilizou-se o AquaLab PRE Cap da marca METER FOOD.

Os sólidos solúveis totais foram determinados através de um refratômetro digital e, a condutividade elétrica um condutivímetro LUCA-150 MS Tecnocon já calibrados, usando uma proporção de 5/50 g de amostra/mL de água destilada.

A análise do teor de açúcares redutores foi determinado pelo método espectrométrico com DNSA, realizando a leitura da absorbância em comprimento de onda de 540 nm no Espectrofotômetro UV-VIS UV-M51 da WebLabor sp (14).

A acidez total titulável foi realizada utilizando NaOH 0,01M através do método determinado pelo Instituto de Adolfo Lutz (12).

A análise do teor de proteínas foi realizada pelo método de Bradford onde, realizou-se a leitura da absorbância em comprimento de onda de 595 nm no Espectrofotômetro UV-VIS UV-M51 da WebLabor sp (15).

Para a realização da análise de cafeína a metodologia aplicada foi por espectrofotométrica desenvolvida por ISHLER (16).

Tratamento de dados

Para o tratamento dos dados obtidos nas análises físico-químicas foi utilizado o software R® e RStudio, sendo considerada a diferença estatisticamente significativa quando $p \leq 0,05$, de acordo com a análise de variância (ANOVA), teste de Tukey e para fins de discriminação, foi realizado a análise de componentes principais (ACP) para observar melhor os grupos formados a partir de diferentes amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os valores das análises físico-químicas das amostras de erva-mate estão apresentados na Tabela 2.

Os parâmetros analisados mostraram que o teor de umidade foi maior nas amostras CO do que nas outras amostras. Entretanto, encontrou-se na literatura (17) valores de teor de umidade de 38,50 % na erva-mate *in natura* e 3,17 % e 2,45 % para erva-mate moída, evidenciando que o processo industrial altera a umidade da erva no final a qual ocorre devido ao processo de secagem durante a produção. Ainda assim, obtivemos valores maiores quando comparadas as deste estudo. De acordo com Cardozo (18), o excesso de umidade nas folhas é responsável pelo escurecimento e perda do valor nutricional, resultando em um amargor maior no produto final.

No que se refere às cinzas, as amostras CECS apresentaram maiores níveis de resíduos inorgânicos em sua composição, apesar de todas as amostras não diferirem estatisticamente entre si. Enquanto que, encontrou-se trabalho (19) realizado com a erva-mate plantada e nativa apresentando 5,86% de cinzas, sendo menor quando comparadas com as amostras do presente trabalho, o que sugere que os aditivos podem contribuir bastante para esse aumento.

Apesar da erva-mate não conter muita gordura em sua composição, o teor de lipídios apresentou níveis maiores nas amostras CEC quando comparada às demais e, quando comparadas com amostras da literatura (19). Este teor de lipídios na amostra CEC pode ser referente à adição de outros componentes ricos nessas propriedades como os chás funcho, erva-doce, camomila e capim-limão. Na determinação de proteínas quando comparada às amostras, os resultados apresentaram-se quase iguais nos valores, sendo maior na amostra CO. No que diz respeito às proteínas, obtivemos valores bem baixos, próximas entre si, porém inferiores quando comparadas a outros resultados (20). Visto que a folha passa por processos de sapeco, secagem e moagem os quais levam à diminuição de alguns componentes essenciais devido ao calor aplicado.

Tabela 2 – Resultados dos parâmetros avaliados para caracterização físico-química das amostras de erva-mate.

Parâmetros	Erva-mate Orgânica (CO)	Erva-mate com Chás (CEC)	Erva-mate com Chás Selecionados (CECS)	Erva-mate com Menta (CECM)	Coefficiente de variação (%)
Umidade (%)	7,70±0,39 ^a	6,10±0,11 ^b	5,38±0,17 ^c	5,89±0,32 ^{bc}	4,33
Cinzas (%)	10,66±2,32 ^a	11,90±1,10 ^a	12,24±1,49 ^a	10,31±0,89 ^a	13,75
Lipídios (%)	1,94±0,19 ^b	4,99±0,21 ^a	3,69±0,63 ^{ab}	2,50±1,24 ^b	21,54
A _w	0,57±0,02 ^a	0,52±0,00 ^b	0,57±0,00 ^a	0,58±0,00 ^a	1,63
SST (%)	2,07±0,06 ^{ab}	1,93±0,06 ^{bc}	2,13±0,03 ^a	1,83±0,06 ^c	2,90
Cond.(μs.cm ⁻¹)	3,47±0,01 ^a	3,13±0,01 ^b	3,03±0,03 ^c	2,94±0,03 ^d	0,63
A.R. (g/L)	1,32±0,03 ^c	1,58±0,06 ^b	1,76±0,02 ^a	1,44±0,03 ^d	3,15
ATT (%)	1,06±0,11 ^a	1,12±0,11 ^a	1,19±0,20 ^a	0,92±0,11 ^a	13,18
Proteínas (g/L)	0,38±0,03 ^a	0,35±0,04 ^a	0,32±0,01 ^{ab}	0,27±0,01 ^b	8,44
Cafeína (m/m)%	3,56±0,07 ^a	3,52±0,09 ^a	3,60±0,01 ^a	3,47±0,07 ^a	1,84

Legenda: Letras iguais na mesma linha, significa que não houve diferença estatística; Letras diferentes na mesma linha, significa que houve diferença estatística; A_w: Atividade de água; SST: Sólidos Solúveis Totais; Cond.: Condutividade elétrica; A.R.: Açúcares Redutores; ATT Acidez Total Titulável; Fonte: Autora (2023).

Na determinação de atividade de água, os resultados foram indicativos de pouca água livre para crescimento de microrganismos os quais levam a contaminações. Nos teores de cafeína comparando com Esmelindro *et al.* (22) todas as amostras apresentaram teores menores neste trabalho, significando que o processamento de produção em relação à folha decaiu na quantidade de cafeína.

Em relação ao teor de açúcares redutores, sólidos solúveis totais e acidez total titulável as amostras CECS evidenciou-se maiores resultados em comparação com as outras amostras. Neste quesito, vale ressaltar que a quantidade de açúcares redutores em uma amostra é o percentual de carboidratos presentes e de acordo com a quantidade deste teor a

planta erva-mate pode sofrer reação de Maillard sob condições de temperaturas altas, influenciando no comportamento dos compostos presentes na planta. Isso se deve à adição de chás selecionados na amostra que pode aumentar a composição de açúcares da amostra analisada (23).

Os valores encontrados por Riccio (24) sobre sólidos solúveis totais em amostra (*in natura* e seca) que também foi solubilizada em água, não teve resultados adversos quando comparados com as deste trabalho, ficando entre 1-2,5% de concentração. Quando comparadas ao conteúdo de erva-mate a granel analisados por Cazal (25) da qual também é importante salientar que as amostras de erva-mate adquiridas neste trabalho também possuem em sua composição produtos não moídos completamente; a acidez mostrou-se menor do que a encontrado neste trabalho.

A condutividade foi maior na amostra CO e menor na amostra CECM. Quando comparadas às pesquisas de Winhelmann (26) houve pouca alteração em relação aos substratos comercialmente utilizados na produção de mudas da erva mate.

Em seguida foi realizada a Análise de Componentes Principais (ACP), onde foi possível observar que houve a distinção entre as amostras a partir de seus parâmetros. Onde o gráfico (Figura 1) apresentou maiores parâmetros na componente 1, os quais os grupos das amostras CO, CEC e CECS se encontram.

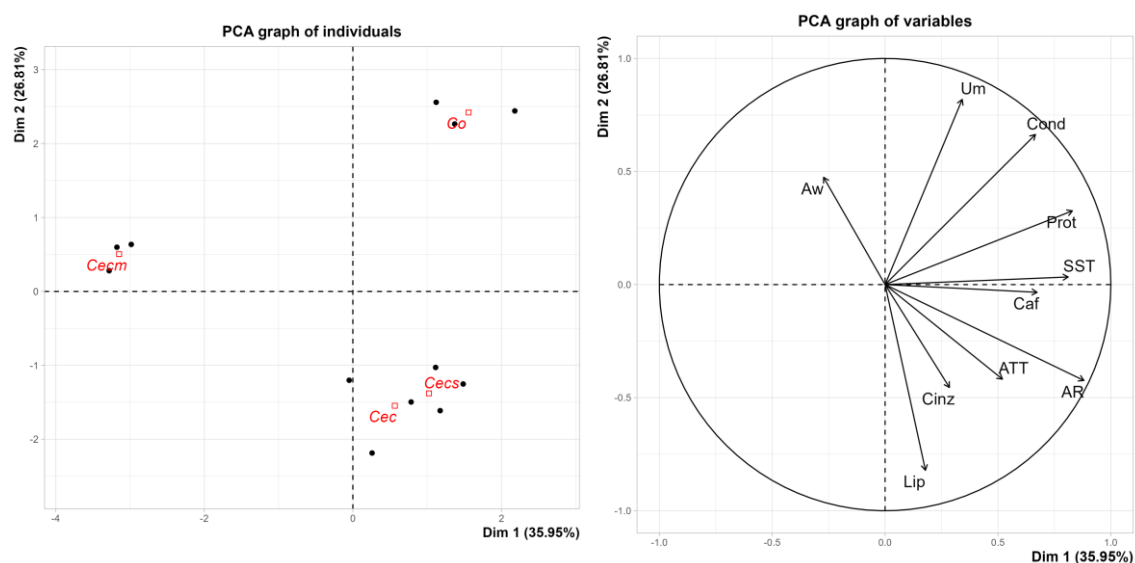


Figura 1 – Análise de Componentes Principais (ACP) das amostras de erva-mate orgânico e com adição de chás a partir de seus parâmetros físico-químicos.

Fonte: Própria, 2023.

Com a análise componentes principais foi possível observar que para a erva-mate de manejo orgânico (CO) relacionado com o parâmetro de condutividade elétrica, umidade e um pouco de proteínas, mesmo sendo um percentual baixo, esse parâmetro pode ser determinante para diferenciar as amostras. Para a erva-mate com adição de menta (CECM) o único parâmetro associado é a atividade de água, que pode ser uma análise discriminante e determinante para diferenciar das demais ervas-mate. Para a erva-mate com adição de chás (CEC), os parâmetros para discriminar esse tipo de erva-mate são lipídeos e cinzas. Para a

erva-mate com adição de chás selecionados (CECS) os parâmetros discriminantes relacionados são de acidez total titulável e açúcares redutores.

CONCLUSÕES

É possível concluir que as amostras de erva-mate tanto de manejo orgânico como as demais estudadas, com adição de outros chás e menta, mostraram-se poucas diferenças em relação aos parâmetros físico-químicos obtidos. Sendo a erva-mate de manejo orgânico mais suscetível à deterioração do que as demais, de acordo com o alto teor da atividade de água, umidade e proteínas evidenciadas nos resultados. O coeficiente de variação foi maior nos teores de lipídios, sugerindo que, com o aumento da proporção de chás adicionados junto à matéria-prima há um aumento significativo de gorduras. Além disso, a adição de chás selecionados aumenta os teores de cafeína indicando uma maior variabilidade durante o processo de produção dos diferentes tipos de chimarrão comercial.

AGRADECIMENTOS

À UFAPE, CNPq, FACEPE e ao grupo de pesquisa pelo apoio.

REFERÊNCIAS

1. Penteado JJF, Goulart ICCGR. Erva 20: Sistema de produção de erva-mate. 1ª edição. Brasília: Embrapa Florestas. 2019.
2. Scheneider M. Determinação da adulteração da erva-mate por adição de sacarose empregando espectroscopia no infravermelho (ATR-FTIR) em conjunto com ferramentas quimiométricas [Dissertação]. Porto Alegre: UFRS; 2017.
3. Mesquita M Santos E., Kassuya CA., Salvador MJ. Chimarrao, ~ terere and mate-tea in legitimate technology modes of preparation and consume: A comparative study of chemical composition, antioxidant, anti-inflammatory and anti-anxiety properties of the mostly consumed beverages of *Ilex paraguariensis* St. Hil. UNICAMP. 2021.
4. Gelslechter SD. Absorção de zinco pela erva-mate (*Ilex Paraguariensis*) [Dissertação]. Santa Catarina: UDESC; 2020.
5. Klein T. Caracterização fitoquímica de metilxantinas e polifenóis da erva-mate produzida para matchá [TCC]. Porto Alegre: UFRS; 2021.
6. Almeida JA de. Efeitos do consumo da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) nos indicadores de desempenho físico: uma revisão de escopo [Dissertação]. Mato Grosso do Sul: UFMS; 2023.
7. Ribeiro MC. Estudo da fração não volátil, atividade antioxidante da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e seus efeitos sobre parâmetros bioquímicos de pacientes vítimas de traumatismo cranioencefálico [Dissertação]. Rio de Janeiro: UFRJ; 2016.
8. Santo ate do. Extração de cafeína e compostos com atividade antioxidantes das folhas de erva-mate por três processos de extração: infusão, campo elétrico moderado e

- fluido supercrítico [Tese]. Porto Alegre: PUCRS; 2020.
9. Cassel E. Como a descafeinação eco-friendly da erva-mate pode contribuir para novos materiais. 2021 [acesso em 03 Out 2023]. Disponível em: <https://www.pucrs.br/blog/descafeinacao-eco-friendly-da-erva-mate/>
 10. Ruiz HZ, Helm CV, Liz MV de. Avaliação dos teores de cafeína, teobromina e compostos fenólicos totais em um programa de melhoramento genético de erva-mate. Paraná: Embrapa Florestas. 2015
 11. Klevebrant L, Frick A. Effects of caffeine on anxiety and panic attacks in patients with panic disorder: A systematic review and meta-analysis. 2022; Volume 74, pag 22-23.
 12. IAL. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4. ed. São Paulo. p. 1020, 2008.
 13. Detmann E, Silva LFC, Rocha GC, Palma MNN, Rodrigues JPP. Métodos para Análise de Alimentos. 2ª Edição. 2021.
 14. Maldonade RI. Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS. Brasília; Embrapa Hortaliças. 2013.
 15. Bradford. M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantification of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. Analytical Biochemistry. 72 (1-2): 248-254. PMID 942051, 1976.
 16. Ishler NH. Finucane T. P.; Borker E. Rapid spectrophotometric determination of caffeine. Analytical Chemistry, Moscow, v. 20, n. 12, p. 1162-1166, Dec. 1948.
 17. Galina D, Nascimento LH, Steffens J, Steffens C. Avaliação da atividade de compostos bioativos presentes na erva-mate (*Ilex Paraguariensis* A. St.-hil) ao longo dos processos industriais. URI Erechim, Brasil. 2022.
 18. Cardozo AGL de, ROSA RL da, Novak RS, Folquitto DG, Schebelski DJ, Brusamarella LCC, Ribeiro DTB. Erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. -hil.): uma revisão abrangente sobre composição química, benefícios à saúde e recentes avanços. Research, Society and Development, v. 10, n.11, e590101120036, 2021.
 19. Hul JM, Vanin AB. Caracterização físico química das variedades de erva mate plantada e nativa. Pernambuco: Editora Unoesc; 2023.
 20. Mattos LA. Caracterização química e potencial de aceitabilidade do chá misto de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*) e erva mate (*Ilex paraguariensis*) [Dissertação]. Ponta Grossa: UEPG; 2021.
 21. Henrique FA. Caracterização físico-química da erva mate (*Ilex paraguariensis* A. St. -Hil) e infusão, comercializada no sul do Brasil propondo critérios de confiabilidade do produto [Dissertação]. Ponta Grossa: UTFPR; 2018.



22. Esmelindro MC, Toniazzo G, Waczuk A, Dariva C, Oliveira D. Caracterização físico-química da erva-mate: influência das etapas de processamento industrial. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 22(2): 193-204, maio-ago. 2002.
23. Esmelindro MC, Toniazzo G, Waczuk A, Dariva C, Oliveira D de. Caracterização físico-química da erva-mate: influência das etapas de processamento industrial. 2014.
24. Riccio DP. Obtenção, caracterização e microencapsulação de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) [Dissertação]. Paraná: UFFS; 2019.
25. CAZAL MM de. Efeito da ingestão de chá-mate (*Ilex paraguariensis*) antes do exercício aeróbico sobre indicadores metabólicos, de dano muscular e estresse oxidativo [Tese]. Minas Gerais: UFV; 2019.
26. Winhelmann MC. Qualidade de sementes e aspectos da propagação sexuada de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hill) [Tese]. Porto Alegre: UFRS; 2021.

ELABORAÇÃO E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE

Thatiane Maria Soares de Sousa¹; Flavia Isaura Soares de Lima²; Williames Fabio de Souza Bezerra Filho³; Iris Barbosa de Souza⁴

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CEAL– UFAPÉ; E-mail:thatiane.sousa1@gmail.com

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPÉ; E-mail:flavia.isalima@gmail.com

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPÉ; E-mail:williamesfabio_2001@outlook.com

⁴Docente Estruturante do Curso de Engenharia de Alimentos – CEAL– UFAPÉ

Resumo: Na produção de cerveja o resíduo sólido oriundo é o bagaço de malte. Distintas tecnologias têm sido propostas para agregar valor ao bagaço de malte, como para alimentação humana. Estudos mostram o potencial da farinha de bagaço de malte como ingrediente em produtos alimentícios. O objetivo foi a produção e a caracterização físico-química da farinha de bagaço de malte. O bagaço de malte foi oriundo de duas cervejarias artesanais e através de um minicurso realizado na UFAPÉ. A farinha do bagaço de malte foi obtida pela secagem do bagaço a 72°C, trituração e peneiramento. As análises físico-químicas de umidade, cinzas, pH, acidez titulável foram realizadas em triplicata utilizando a metodologia do IAL, além de atividade de água (AW) e sólidos solúveis totais. A umidade das farinhas apresentou valores de 7,10%, 5,55% e 5,54%, para BE, CP e GE respectivamente. O teor de cinzas variou de 2,25 % a 2,45%. O resultado do pH mostrou que as três farinhas analisadas apresentam um caráter ácido. O valor da acidez apresentou uma variação de 0,81 a 1,14 % entre as amostras. A Aw apresentou valores abaixo de 0,60, estando na faixa de alimentos com baixa Aw, impossibilitando o desenvolvimento de microrganismos. Os SST variaram de 2,1 a 3,76 ° Brix. Logo, o resíduo de bagaço de malte pode ser de interesse na utilização regional quando transformado em farinha. Os resultados são significativos, mas necessitam de aprofundamento com a realização de análises complementares, como proteínas e teor de fibras, conforme observado em outros trabalhos.

Palavras-chave: Alimento; cerveja artesanal; resíduo

INTRODUÇÃO

A cerveja é uma das bebidas mais populares e antigas do mundo. Sua produção se dá por meio de grãos de cevada maltada, água, lúpulo e levedura (1). Nos últimos 150 anos seu consumo e produção expandiram na sociedade moderna (2). Muitas inovações têm sido aplicadas na fabricação de cerveja, como consequência, resulta-se em uma ampla gama de opções de sabores, cores, corpo e amargor (3).

O Decreto nº 6.871, de 2009 regulamenta a Lei nº 8.918, de julho de 1994 da Presidência da República, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, define cerveja como a bebida resultado da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, que deve ser submetido a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de

lúpulo, podendo ter parte da cevada malteada ou extrato de malte substituída parcialmente por adjunto cervejeiro (4).

De acordo com dados do Anuário da Cerveja no Brasil (5), em 2022, o registro de estabelecimentos produtores de cerveja no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, alcançou a marca de 1729 no Brasil, das quais 14 estão localizadas no estado de Pernambuco.

Nos últimos anos, as cervejarias artesanais têm se tornado cada vez mais populares e a comercialização das cervejas artesanais têm sido mais comuns em supermercados de pequeno e grande porte, estabelecimentos especializados em cervejas, lanchonetes e bares (3).

Vale destacar que, no Brasil não há uma lei específica ou decreto que caracterize o estabelecimento produtor de cerveja artesanal, conseqüentemente, não existe uma definição legal para diferenciar as grandes cervejarias e as microcervejarias (3). Porém, de acordo com uma publicação do Sebrae (6), a Associação Brasileira de Bebidas (Abrabe) determina que uma microcervejaria é caracterizada pela produção de pequenas quantidades de cerveja, desenvolvida com ingredientes especiais.

Uma das conseqüências do crescimento das atividades industriais é o aumento na geração de resíduos, estes que muitas das vezes são descartados no meio ambiente de forma irregular (7). Na indústria de alimentos, “resíduo” é o termo empregado para referenciar à parte da matéria-prima não utilizada ou rejeitada durante a produção do produto principal, assim como as sobras do processo (8).

A indústria cervejeira gera uma grande quantidade de resíduos em sua produção. De acordo (9) o bagaço de malte compõe cerca de 85% do total de resíduos sólidos gerados na produção cervejeira. É estimado que 350 kg de bagaço de malte são gerados na produção de 1000 litros de cerveja (10).

Em sua composição, o bagaço de malte é formado em maior quantidade por fibras (70% da matéria seca) e proteínas (15% - 25% da matéria seca), em menores concentrações estão presentes lipídios, minerais, vitaminas, aminoácidos e compostos fenólicos (09,11,12).

Distintas tecnologias têm sido propostas para agregar valor ao bagaço de malte, dentre elas: utilização na alimentação e nutrição de animais e seres humanos, produção de energia (13). Vale destacar que se trata de uma matéria-prima de baixo preço, grande disponibilidade e composição química considerável (14).

Estudos mostram o potencial da farinha de bagaço de malte como ingrediente em produtos alimentícios, promovendo benefícios ao consumidor (15). Logo, ao se observar as características favoráveis tanto do bagaço de malte, como da sua farinha, é possível encontrar vários estudos que utilizam este resíduo em diversos produtos alimentícios (16), um exemplo é a substituição da farinha de trigo pela de bagaço de malte em *cupcake* (17), mostrando aplicabilidade desse ingrediente em trabalhos na área de panificação.

Diante do exposto, o presente projeto teve como objetivo a produção e a caracterização da farinha de bagaço de malte de forma que proporcione um melhor conhecimento acerca das características físico-químicas, visando sua aplicação em processos tecnológicos e agregação de valor.

MATERIAIS E MÉTODOS

Aquisição da matéria-prima

O bagaço de malte foi disponibilizado por duas cervejarias artesanais: “Gerlada” e “Bruguer Beer”, localizadas na cidade de Garanhuns-PE e Pesqueira-PE, respectivamente. A primeira é do tipo Vienna Lager e a segunda tipo IPA. Outra quantia de bagaço foi coletada de um minicurso de produção de cerveja artesanal tipo Vienna Lager realizado na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE. Os resíduos de bagaço de malte foram coletados e armazenados sob refrigeração (10 °C) e posteriormente, acondicionadas em embalagens plásticas e armazenadas em um freezer (-18°C) no Laboratório de Cereais e Panificação da UFAPE. As amostras foram mantidas no freezer até o momento de secagem e processamento da farinha.

Elaboração da farinha de bagaço de malte

O bagaço adquirido foi descongelado em temperatura ambiente de 25 °C e posteriormente fracionado em porções de 600g. Em seguida, as porções foram dispostas em bandejas de alumínio e levadas à secagem em estufa de secagem com circulação e renovação de ar (modelo LT 96 CR), com temperaturas em torno de 72°C por 4h 45min. Após a secagem, o bagaço foi transferido para bandejas plásticas em temperatura ambiente (25°C) até esfriar completamente, como mostra a Figura 1. Depois o bagaço foi moído utilizando um moedor de café elétrico Di Grano da marca Candence (modelo MDR 302) por 30s, e por fim, foi peneirado em peneira de uso doméstico, com abertura de 0,5 mm para remoção dos resíduos mais grosseiros. A farinha de bagaço de malte obtida foi fracionada em embalagens a vácuo e acondicionado sob refrigeração (10°C) até o momento das análises, como pode ser visto na figura 2. A identificação das amostras se deu por siglas, sendo CP referente ao bagaço obtido do curso de cerveja artesanal, GE da cervejaria artesanal “Gerlada” e BE da cervejaria artesanal “Bruguer Beer”.



Figura 2 – Bagaço de malte seco

Fonte: Própria (2023)



Figura 2 – Farinhas armazenadas e identificadas

Fonte: Própria (2023)

Caracterização físico-química

As farinhas foram caracterizadas quanto aos parâmetros físico-químicos, de acordo com o manual de Métodos Físico-Químicos Para análise de Alimentos do Instituto Adolf Lutz (18). Todas as análises foram triplicata e realizadas em triplicata nos Laboratórios de Análise de Alimentos e Cereais e Panificação do LACTAL/UFAPE.

Os parâmetros realizados foram a de determinação de umidade (Método 012/IV), cinzas (Método/018), pH (Método 017/IV) e acidez (Método 016/IV). A atividade de água (A_w) foi realizada através do equipamento Aqualab Pre Drowpoint, modelo PRE Cap da marca METER FOOD, a $25,80\text{ °C} \pm 0,10$ e a determinação dos sólidos solúveis totais (SST) foi realizada em um refratômetro portátil e os resultados expressos em °Brix.

Os resultados foram interpretados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, utilizando-se um nível de significância de 5%, através do programa estatístico Sisvar versão 5.6 (19).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As farinhas de bagaço de malte do curso de cerveja artesanal (CP), da cerveja “Gelada” (GE) e da cerveja “Bruguer Beer” (BE), foram caracterizadas conforme os parâmetros físico-químicos apresentados na Tabela 1.

Tabela 2 – Análise físico-química das três diferentes amostras de farinhas de bagaço de malte das amostras CP, GE e BE.

Parâmetro	Amostra CP	Amostra GE	Amostra BE
Umidade (%)	5,55 ± 0,14 ^b	5,54 ± 0,13 ^b	7,10 ± 0,43 ^a
Cinzas (%)	2,26 ± 0,35 ^a	2,45 ± 0,20 ^a	2,25 ± 0,18 ^a
pH	4,92 ± 0,01 ^b	5,48 ± 0,03 ^a	5,39 ± 0,05 ^a
Acidez Total Titulável (%)	0,95 ± 0,00 ^b	0,81 ± 0,11 ^b	1,14 ± 0,00 ^a
Atividade de Água	0,48 ± 0,01 ^b	0,52 ± 0,01 ^a	0,49 ± 0,00 ^b
Sólidos solúvel Total (°Brix)	2,20 ± 0,00 ^b	2,13 ± 0,06 ^b	3,76 ± 0,06 ^a

± desvio padrão; *Médias com letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Própria (2023)

A umidade das farinhas apresentou valores de 5,55%, 5,54% e 7,10% para CP, GE e BE respectivamente. Os valores encontrados no presente trabalho se mostram satisfatórios, uma vez que na RDC n° 711 de 1° de julho de 2022 o valor máximo de umidade permitido para farinha é de 15% (20). (21), (22), (23) e (24), ao analisar a farinha de bagaço de malte, encontrou umidade de 2%, 4,19%, 5,2% e 6,32%, respectivamente, sendo inferior quando comparado a este trabalho. Já no trabalho de (16), a umidade encontrada foi de 10,27% para a farinha do bagaço.

Analisando os dados do presente trabalho, nota-se que a farinha possui um valor de umidade significativamente baixo, estando dentro da margem permitida pela regulamentação. A estabilidade de um alimento depende do valor da umidade, uma vez que teores elevados de umidade favorecem o desenvolvimento de microrganismos.

A avaliação dos teores de cinzas, que indica a quantidade de minerais presentes na amostra, variou de 2,25% a 2,45% entre as amostras de farinha. (25) ao caracterizar a farinha de bagaço de malte encontrou 2,97% de cinzas, já (21) encontraram um valor superior ao deste trabalho, sendo de 3,04%. (23) também encontrou um valor superior de 3,4%. Valores elevados de cinza em alimentos farináceos podem prejudicar a extração de nutrientes da farinha, e um alto teor de cinzas pode ser um indicativo de presença de areias no alimento (26).

Uma outra variável de importante determinação é o pH de alimentos, uma vez que visa determinar as atividades enzimáticas e a deterioração dos alimentos com o crescimento microbiológico (26). A farinha de bagaço de malte desenvolvida neste trabalho apresentou pH de 4,92 para CP, 5,48 para GE e 5,39 para BE. Todas as farinhas apresentaram um caráter ácido, sendo a CP a mais ácida (25) ao caracterizar a farinha de bagaço de malte encontraram o pH médio de 5,2, estando próximo do encontrado neste trabalho. No estudo de (22) foi detectado o valor de 4,63 na farinha de bagaço de malte.

O valor da acidez apresentou uma variação de 0,81 a 1,14 % entre as amostras de farinha. (17) determinaram 0,95% de acidez de farinha de bagaço de malte em seu trabalho, estando próximo ao encontrado. Entretanto, no trabalho de (22), a acidez foi de 2,18%, sendo maior que a encontrada. A diferença dos valores de acidez pode estar associada às condições do processamento e das matérias-primas distintas (22). E, devido a secagem do bagaço de malte, a perda de ácidos gera uma menor acidez (27).

A atividade de água apresentou valores abaixo de 0,60, estando na faixa de alimentos com baixa atividade de água. A média de atividade de água encontrada por (25) foi de 0,60 na farinha de bagaço de malte, já (22) encontraram o valor de 0,46 para sua farinha de bagaço de malte (13) afirma que alimentos que têm sua atividade de água na faixa de 0,60 impossibilita o crescimento de microrganismos e reduz as atividades de reações deteriorantes do alimento. Assim, a farinha do presente trabalho se apresenta estável para reações microbiológicas.

Os sólidos solúveis totais variaram de 2,1 a 3,8 °Brix. Na literatura não foram encontrados valores de sólidos solúveis totais em farinha de bagaço de malte. Entretanto, observa-se que os valores encontrados neste estudo são relativamente baixos. Isso pode ser explicado devido ao consumo do açúcar pelas leveduras no processo fermentativo (28).

A composição centesimal da farinha de bagaço de malte, em diferentes estudos, pode apresentar uma variação nos resultados. Isto ocorre devido a diversos fatores que podem influenciar sua composição final, dentre eles a variação dos maltes utilizados para cada estilo de cerveja produzida, o tempo de colheita da cevada, bem como a qualidade e tipos de adjuntos empregados no processo de fabricação da cerveja (22).

CONCLUSÕES

O processo de obtenção da farinha de bagaço de malte experimental em escala laboratorial é relativamente simples e rápido, e por meio das análises físico-químicas realizadas, pode-se afirmar que os valores obtidos para as amostras analisadas neste estudo estão de acordo com a literatura consultada.

Os resultados são significativos, mas necessitam de aprofundamento com a realização de análises complementares conforme observado em outros trabalhos, como a análise de proteína e teor de fibras, por exemplo, que apresentaram a farinha de bagaço de malte como um interessante ingrediente para compor receitas alimentícias.

REFERÊNCIAS

1. Smithsonian Magazine. **The History of Beer**. Smithsonian Magazine, 49(9), 2018. [Acesso em 27 abril 2023]. Disponível em: <https://www.smithsonianmag.com/history/history-beer-180970567/>.
2. Freitas, A. G. Relevância do mercado cervejeiro brasileiro: avaliação e perspectivas e a busca de uma Agenda de Regulação. Revista Pensamento e Realidade, São Paulo, v.30, n.2, p. 22-33, 2015.
3. Guedes, Rafaela Mabel Silva. Mapeamento das Cervejarias Artesanais Paraibanas. [Trabalho de Conclusão de Curso em Gastronomia] João Pessoa: Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional da Universidade Federal da Paraíba, 2020.
4. Brasil. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização de bebidas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF, 4 de junho de 2009.
5. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário da Cerveja no Brasil 2022. 2022. [Acesso em 27 ago 2023] Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2021.pdf>
6. Sebrae. Microcervejarias no Brasil: características e oportunidades. [internet] 2017. [Acesso em 27 ago 2023]. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/8818d2954be64fcda8628defef1f70f8/\\$File/7503.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/8818d2954be64fcda8628defef1f70f8/$File/7503.pdf).
7. Costa Filho, Djalma Vitorino et al. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. In: II Congresso Internacional das Ciências Agrárias–COINTER–PDVAgro. 2017.
8. Gava, A. J. Tecnologia de alimentos: Princípios e aplicações. São Paulo: Nobel, 2017.
9. Mathias, T. R. S.; Mello, P. P. M. De; Servulo, E. F. C. Caracterização de resíduo cervejeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20, 2014, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Galoá, 2014.
10. Mello, V. S. A. Determinação da composição do malte de cevada e estudo das suas potenciais aplicações. 2014. [Monografia] Lorena: Escola de Engenharia de Lorena, 2014.
11. Olajire, A. A. The brewing industry and environmental challenges. J. Cleaner Prod., p. 1-21, 2012.
12. Aliyu, S.; Bala, M. Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications. African Journal of Biotechnology, v. 103, n. 3, p. 324-331, 2011.
13. Ferreira, Poliana Sander et al.. Obtenção E Caracterização Da Farinha De Bagaço De Malte.. In: Anais do CBCP 2020 - Congresso on-line Brasileiro de Tecnologia de Cereais e Panificação. Anais Sete Lagoas(MG) Virtual, 2020.[Acesso em: 07 abr 2023] Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/cbcp2020/276689->

OBTENCAO-E-CARACTERIZACAO-DA-FARINHA-DE-BAGACO-DE-MALTE>

14. Mussatto, S. I. Brewer's spent grain: a valuable feedstock for industrial applications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 94, n. 7, p. 1264-1275, 2014.
15. Kuiavski, M. P., Bezerra, J. R. M. V., Teixeira, Â. M., & Rigo, M. (2020). Elaboração de pães com adição de farinha do bagaço de malte. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 53208-53221.
16. Melo, A.; Manfio, M.; Rosa, C. S. Da. Composição e propriedades tecnológicas da farinha do resíduo da fermentação da cerveja. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. 2016; v. 18: 91-95.
17. Rech, Kamila Paula Machado. Zorzan, Vanessa. Aproveitamento de resíduos da indústria cervejeira na elaboração de cupcake. [Trabalho de Conclusão de Curso (Superior de Tecnologia em Alimentos)] Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
18. Instituto Adolfo Lutz [2008]. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. [Acesso em 07 abr. 2023] Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/index.html>
19. Ferreira, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011
20. Brasil, Ministério da Saúde. Resolução de Diretoria Colegiada N° 711, de 1 de julho de 2022: Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 01 jul., 2022.
21. Rêgo, Patrícia Silva. Brito, José Giovanni Leite De. Produção e caracterização de farinha de bagaço de malte a partir de resíduo cervejeiro. *Revista Brasileira de Agrotecnologia, Garanhuns*, v. 11, n°2, p. 958-963, 2021.
22. Gurak, P. D.; Glüger, H. D. Desenvolvimento de biscoitos salgados com o uso de subprodutos da indústria da cerveja. *Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, SP*, v. 27, p. e020023, 2020. DOI: 10.20396/san.v27i0.8659178. [Acesso em 8 abr. 2023]Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8659178>.
23. Rigo, M. Bezerra, Jrmv. Rodrigues, Dd. Teixeira, Âm. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra. *Ambiência Guarapuava*, v.13 n.1 p. 47 - 57 Jan./Abr. 2017 . DOI 10.5935/ambiencia.2017.01.03.
24. Almeida, Ar. Compostos bioativos do bagaço de malte: fenólicos, capacidade antioxidante in vitro e atividade antibacteriana [dissertação]. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR; 2014.
25. Costa, Giovana Moreira Da; Silva, Vanessa Riani Olmi; Louzada, Maurício Henriques; Queiroz, Isabela Campelo. Elaboração e caracterização físico-química de farinha de bagaço de malte. *Revista Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, v. 1, n. 2, p. 11-25, 2020.
26. Cecchi, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2. Ed. Campinas: Unicamp, 2003. 206p



27. Desrosier, Nw. Conservación de Alimentos. 11. ed. México:Editora C.E.C.S.A; 1981.
28. Grangeiro, Efrahin Alves. Análise físico-química de cervejas artesanais produzidas com a enzima glucoamilase [Trabalho de conclusão de Curso] Curitiba: Centro Universitário Internacional UNINTER, 2022.

AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MASSA ALIMENTÍCIA SEM GLÚTEN

Raiane Eliamari Salvador Ramos¹; Marta Karolina de Melo Silva²; Girlaine Estéfane Cansação de Almeida³; Daniele Silva Ribeiro⁴

¹ Engenheira de Alimentos; ² Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE- Karolinamarta0@gmail.com; ³ Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE- gialmeida607@gmail.com;

⁴ Professora Dr.^a no Curso de Engenharia de Alimentos da UFAPE

Resumo: Celíacos necessitam de alimentação sem glúten, o que pode levar a carência de nutrientes, podendo causar desnutrição. Contudo, a elaboração de produtos com farinha de arroz, farinha de banana verde e da fécula de mandioca tornou-se uma alternativa de consumo. Assim, este trabalho objetivou realizar análises tecnológicas por tempo ótimo de cozimento, aumento de massa, perda de sólidos no cozimento, capacidade de absorção em água e de absorção em óleo, poder de inchamento e índice de solubilidade e físico-químicas de pH, umidade, Aw, acidez total, sólidos solúveis totais, proteínas, lipídeos, fibras, carboidratos metabolizáveis e valor energético total de uma massa fresca isenta de glúten, elaborada a partir de uma massa alimentícia fresca isenta de glúten. Como resultados, o tempo ótimo de cozimento foi de 4,5 min para a massa fresca. O aumento de massa (193%) foi aceitável e baixa perda de sólidos solúveis (<2%). A capacidade de absorção em água foi maior que em absorção em óleo, exceto para a fécula de mandioca. A solubilidade da FBV foi maior, comparado às outras amostras. Para o poder de inchamento, observou-se variação a partir de 50 °C. A Aw e o pH apresentaram valores normais para massa fresca e a acidez titulável (<5%) e a umidade (<35%) dentro dos limites legislativos. O valor de cinzas foi superior ao da literatura. Considerou-se a massa fresca fonte de nutrientes. A massa fresca supre 39,42% a necessidade/dia de carboidratos, e é menos calórica (275,25 kcal/g) que o macarrão tradicional (371 kcal/g). Conclui-se que a massa estudada apresentou características funcionais e tecnológicas viáveis, sendo uma alternativa para celíacos.

Palavras-chave: farinha; glúten; amido; doença celíaca.

INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas contribuíram para o progresso de alimentos especiais, como aqueles sem glúten¹. Contudo, esses itens, em geral, são confeccionados com farinhas

e amidos processados, resultando em um conteúdo reduzido de fibras alimentares, vitaminas e minerais, que são fatores contribuintes para a ingestão concentrada desses nutrientes pelos indivíduos com doença celíaca².

A Doença Celíaca (DC) representa uma condição autoimune que resulta em uma intolerância ao glúten, uma combinação de proteínas ricas em prolaminas e glutelinas. O tratamento dessa enfermidade é essencialmente baseado em modificações dietéticas, e envolve a exclusão desta proteína da dieta³. Estima-se que 1% da população mundial é afetada por essa enfermidade, entretanto, essa incidência tem crescido, em parte devido a um aumento na realização de exames clínicos e ao aprimoramento da capacidade de diagnóstico. Além disso, há um número específico de indivíduos com outras formas de sensibilidade ao glúten⁴. Nesse contexto, tem-se atendido uma demanda em ascensão por produtos isentos de glúten, cujo mercado global foi avaliado em US\$ 5,6 bilhões em 2020 e está previsto atingir US\$ 8,3 bilhões em 2025⁵.

A presença de glúten desempenha um papel crucial na qualidade das massas, conferindo características como elasticidade e resistência à extensão da massa. A eliminação do glúten acarreta desafios importantes na preparação de massas, resultando em uma textura e sabor oferecidos. Entretanto, pesquisas indicam que é viável fabricar massas alimentícias de excelência, pois quais podem ser produzidas empregando tecnologias que exploram as propriedades funcionais (tecnológicas) dos componentes da matéria-prima, como o amido, ou incorporando farinhas com alto teor de proteínas, capazes de criar uma estrutura à do glúten⁶.

No mercado brasileiro, a disponibilidade de produtos especiais sem glúten é limitada, proporcionando uma predominância de instruções caseiras na dieta desse público, o que requer mais tempo e dedicação no processo culinário. Consequentemente, a perspectiva de criar variedades de massas alimentícias, distintas das baseadas em farinha de trigo, tem despertado o interesse de pesquisadores, além da literatura demonstrar a necessidade da produção de massas não convencionais⁷.

Nesse contexto, a farinha de arroz, a farinha de banana verde e a fécula de mandioca surgem como opções promissoras na produção de massas isentas de glúten destinadas ao indivíduo portador da doença celíaca. A farinha de arroz se destaca como a principal alternativa à farinha de trigo nas composições, uma vez que contribui para a espessura da massa alimentícia, conferindo-lhe uma textura semelhante às massas à base de trigo. Além de ser isenta de glúten, a farinha de arroz oferece a vantagem de ter um baixo índice glicêmico, o que resulta em uma ingestão gradual dos carboidratos, trazendo os picos glicêmicos após as refeições e proporcionando uma sensação maior de saciedade⁸. A produção de farinha de banana verde (FBV) encontra ampla aplicação na indústria de alimentos, principalmente na elaboração de produtos de panificação, produtos dietéticos⁹.

A mandioca é uma raiz cultivada em praticamente todo o território nacional. Ela representa uma fonte de energia extremamente empregada devido à sua natureza como alimento regional de custo acessível. Além disso, a mandioca pode ser utilizada de várias maneiras, incluindo a obtenção de fécula, que é um componente comum em muitos produtos¹⁰. O amido proveniente da mandioca desempenha um papel importante na produção de subprodutos, contribuindo para conferir crocância e uma coloração clara aos produtos finais¹¹.

Portanto, é essencial explorar fontes alternativas de amido para criar produtos inovadores que atendam às necessidades nutricionais e preservem a atratividade sensorial

dos alimentos tradicionais, atendendo, assim, às demandas dos consumidores com restrições alimentares, como os celíacos e aqueles que seguem dietas semelhantes. Com isso, o objetivo do presente estudo foi caracterizar físico-quimicamente e avaliar o desempenho da qualidade tecnológica de massa alimentícia sem glúten elaborada a partir da mistura de farinha de banana verde, farinha de arroz e fécula de mandioca adicionada de ovo.

MATERIAL E MÉTODOS

A farinha de arroz em flocos (FA), a fécula de mandioca (FM) e os ovos foram adquiridos no mercado local da cidade de Garanhuns/PE. As bananas verdes, da variedade nanica (*Musa acuminata*), usadas para a produção de farinha de banana verde (FBV), foram previamente elaboradas e definidas pelo grupo de pesquisa. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Cereais, no Laboratório de Análise de Alimentos do LACTAL e no Centro Laboratorial de Apoio à Pesquisa da Unidade Acadêmica de Garanhuns (CENLAG) da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE).

Foi elaborada uma mistura para produção da massa de macarrão tipo talharim, nas proporções de farinha de banana verde (FBV), farinha de arroz (FA) e da fécula de mandioca (FM) (Tabela 1). Com exceção do ovo, não houve adição de nenhum outro componente nas formulações.

Tabela 1 –Formulação base da massa de macarrão tipo talharim sem glúten

Ingredientes	m (%)
Farinha de banana verde	32,14
Farinha de arroz	28,57
Goma de mandioca	10,71
Ovo	28,57

Fonte: Autor (2018)

Para preparar o macarrão tipo talharim, as quantidades das farinhas foram medidas usando uma balança analítica. Posteriormente, as farinhas foram combinadas com o ovo, na proporção de 40 g de ovo para cada 100 g de farinha. A massa foi cuidadosamente misturada à mão por cerca de 15 min. Para garantir uma mistura mais uniforme, a massa foi incluída para sacos plásticos e colocada sob refrigeração a aproximadamente 4 °C, para um armazenamento de 10 minutos, antes de ser aberta e cortada. A abertura e o corte da massa foram realizados com o auxílio de uma máquina de macarrão manual. No processo de abertura da massa tipo talharim, este passou pelo cilindro até atingir uma espessura de 4 mm. Após a abertura, a massa foi cortada em pedaços de 26 cm de comprimento e 0,5 cm de largura, resultando no macarrão com as dimensões desejadas (Figura 1). Por fim, a massa foi cozida em água fervente, e o tempo de cozimento foi determinado por meio do teste do ponto de cocção ideal.

A composição centesimal e as propriedades físico-químicas da massa fresca foram avaliadas de acordo com os procedimentos específicos. A atividade de água foi medida utilizando o analisador de água Aqualab Pre. O pH foi determinado por meio de um método potenciométrico.



Figura 1 – Massa fresca tipo talharim sem glúten
Fonte: Autor (2018)

A determinação da acidez se deu por titulação da amostra, para o teor de sólidos solúveis, foi usado um refratômetro portátil. A umidade das amostras foi calculada por meio da secagem em estufa a 105 °C, por aproximadamente 3 horas. O teor de cinzas foi determinado pela incineração em uma mufla a 550 °C, por um período de 8 horas. O percentual de proteína foi calculado através do método de Kjeldahl modificado. Para a análise dos lipídios, foi realizada utilizando hexano como solvente.

Para determinar o teor de fibra alimentar total, utilizou-se o método de fibra detergente neutra (FDN), seguindo a metodologia dos cadinhos filtrantes. O teor de carboidratos foi calculado pelo método de diferença, subtraindo-se cem valores de umidade, cinzas, proteínas e lipídios. O valor energético total foi estimado com base nos valores de conversão de Atwater, onde o conteúdo de carboidratos e proteína foi multiplicado por 4 kcal/g, e o de lipídios por 9 kcal/g. A soma desses valores foi elaborada no valor energético total (VET). Já para a identificação dos grupos funcionais das farinhas e da mistura delas foi feito por Espectrofotometria de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR).

Com o objetivo de avaliar a qualidade e a previsão do uso da farinha de banana verde (FBV), fécula de mandioca (FM) e farinha de arroz (FA), bem como o desempenho da combinação dessas farinhas, foram realizadas as seguintes análises tecnológicas: perda de sólidos, capacidade de absorção em água, capacidade de absorção em óleo, índice de solubilidade em água e poder de inchamento. Para a massa fresca, resultante da mistura de FBV, FM e FA, acrescida de ovo, o comportamento pré e pós-cozimento foram avaliados através das análises de capacidade de absorção em água, capacidade de absorção em óleo, índice de solubilidade em água, poder de inchamento, tempo ótimo de cozimento, perda de sólidos e aumento de massa.

Para determinar o tempo ideal de cocção (TOC), foram cozidos 10 g de amostra em 140 mL de água destilada em ebulição até que o TOC estivesse ocorrendo. Esse ponto é caracterizado pela gelatinização completa do amido em toda a massa. O TOC foi específico pelas especificações do produto cozido entre duas lâminas de vidro até que o eixo central desaparecesse. O aumento de peso foi avaliado pela pesagem de 10g da massa antes e após a cocção, usando o TOC específico para cada amostra. A quantidade de sólidos perdidos

durante o cozimento das massas foi quantificada evaporando-se 25 mL da água de cocção em uma estufa a 110 °C até que o peso se estabilizasse.

A capacidade de absorção de água (CAA) e de óleo (CAO) foi determinada conforme o método descrito por Beuchat. O poder de incremento e o índice de solubilização do amido foram determinados, com modificações, em temperaturas de 25,5 °C, 30 °C, 40 °C, 50 °C, 60°C, 70°C, 80°C e 90°C¹². O procedimento envolveu a suspensão de 1 g de amostra em 10 mL de água destilada, que foi colocada em um tubo plástico de centrífuga e em um banho-maria nas temperaturas mencionadas.

Todas as investigações tecnológicas e físico-químicas foram realizadas em triplicata, e os dados obtidos foram submetidos a análise estatística por meio de ANOVA e Teste de Tukey, com um nível de significância de 5%, utilizando o software Minitab versão 17.1.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização físico-química da massa alimentícia

Os valores da caracterização físico-química da massa alimentícia relativos à atividade de água (A_w), umidade, pH, acidez, sólidos solúveis totais (SST), cinzas, proteínas, lipídeos, fibras, carboidratos e valor energético total (VET) da massa alimentícia sem glúten, estão apresentados na Tabela 2.

Massas frescas geralmente apresentam uma atividade de água que varia entre 0,92 a 0,95¹³. Essa faixa, quando combinada com outras características da massa fresca, como seu teor de umidade e pH, pode criar condições adequadas ao desenvolvimento de microrganismos patogênicos, incluindo *Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus*, bem como microrganismos deteriorantes, como bolores, leveduras e algumas bactérias psicrotólicas. Neste estudo, a atividade de água (A_w) apresentou um valor de 0,92, situando-se dentro do intervalo esperado. Em outros estudos foi relatado um valor de A_w de 0,99 para massas alimentícias elaboradas com farinha de arroz¹⁴, e um valor de 0,983 para massas com substituição parcial de farinha de arroz por farinha de soja e de feijão branco¹⁵.

Tabela 2 – Caracterização físico-química da massa fresca obtida a partir da mistura de (FBV, FA e FM)

Parâmetros Avaliados	Valor*
A_w	0,92 ± 0,00
pH	5,29 ± 0,02
Acidez**	0,76 ± 0,02
SST***	0 ± 0
Umidade (%)	29,73 ± 0,24
Cinzas (%)	6,14 ± 0,21
Proteínas (%)	9,27 ± 0,11
Lipídios (%)	3,62 ± 0,14
Fibras (FDN) (%)	6,13 ± 0,89
Carboidratos (%)	51,24 ± 0,70
Valor energético Total (VET)	275,25 ± 4,32

*Valores médios ± desvio padrão. **Acidez titulável expressa em g/100 g de ácido málico. *** Sólidos solúveis totais (°Brix). FBV – Farinha de banana verde; FA – Farinha de arroz; FM – Fécula de mandioca.

Fonte: Autor (2018)

O teor de umidade é uma das análises fundamentais realizadas para verificar os padrões de identidade e qualidade dos alimentos. Além disso, desempenha um papel essencial na tomada de decisões em várias etapas do processo, como a seleção de embalagens e métodos de armazenamento¹⁶. De acordo com a Resolução N° 93 de outubro de 2000¹⁷, massas frescas deverão ter um teor máximo de umidade de 35%. O resultado obtido, que foi de 29,73%, está em conformidade com o limite estabelecido pela regulamentação. Além disso, é consistente com estudos anteriores teores de umidade de 24,94%, 33,74% e 32,90%, respectivamente¹⁸.

Para o valor de pH foi encontrado 5,29, o que se assemelha aos resultados obtidos quando foi feita a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de mesocarpo de babaçu em massa fresca. Nesse estudo, os valores de pH variaram de 5,16 com 10% de farinha de mesocarpo de babaçu a 5,77 com 20% de farinha de mesocarpo de babaçu¹⁹. Por outro lado, foi encontrado um valor de pH de 6,74 para massa alimentícia feita exclusivamente com farinha de arroz²⁰, relatou-se também um valor de 6,36 para massa fresca com a substituição total da farinha de trigo por farinha de polpa residual de batata crua, farinha pré-gelatinizada de polpa residual de batata e farinha de amaranto¹⁸. O teor de acidez da massa foi de 0,76%, o que está em conformidade com os limites estabelecidos pela regulamentação, de acordo com a RDC N° 93 de outubro de 2000¹⁷, que determina um valor máximo de acidez de 5,0 mL de solução de de solução de NaOH/100g de massa.

Com base nesses resultados de análises de Aw, umidade, pH e acidez, é evidente que a massa produzida está em conformidade com os padrões regulamentares. No entanto, é crucial observar que a conservação da massa requer atenção, tornando-se necessário o armazenamento sob refrigeração, uma vez que ela seja suscetível à contaminação microbiana.

Em relação ao teor de cinzas, tal análise fornece informações prévias sobre o valor nutricional do alimento e também é importante, pois teores elevados podem acarretar manchas escuras no macarrão²¹. O teor de cinzas obtido foi de 6,14%, um valor mais elevado em comparação com os resultados do estudo anterior, que registrou 2,15% para massa alimentícia com substituições parciais por tomate liofilizado; afirmou-se que 1,30% para macarrão com massa de batata doce²²; e 2,18% em massa adicionada de resíduos agroindustriais²³. Essa diferença substancial pode, em parte, ser atribuída ao uso da FBV na formulação, que contém aproximadamente 4,26%²⁴. A presença de teores de cinzas significativamente mais elevados é um indicativo de que o alimento possui um conteúdo mineral mais rico em sua composição, o que contribui para um melhor valor nutricional do alimento.

O teor de proteínas das massas alimentícias foi comparado com o que determina a RDC n° 54 de novembro de 2012²⁵, sendo o mínimo de 6 g/100g para o produto ser designado como “fonte de proteínas”, e o mínimo de 12 g/100g para ser considerado como “alto conteúdo de proteínas”. O valor encontrado no presente trabalho foi de 9,27% (g/100g), portanto o macarrão elaborado pode ser considerado como fonte de proteínas. É possível observar que o valor obtido é bastante semelhante aos registrados na literatura quando massas alimentícias foram preparadas exclusivamente com farinha de trigo, conforme evidenciado pelos estudos de Bastos¹⁸, que foram encontrados 9,84% e 8,81 %. O valor de lipídeos obtidos, que foi de 3,62% (g/100g), está acima do limite estabelecido pela

Resolução nº 54 de novembro de 2012²⁵, que determina um máximo de 3 g/100g de massa . Essa discrepância pode estar relacionada à presença do ovo na massa.

Em relação ao teor de fibras a massa em estudo apresentou 6,13% (g/100g), conforme o previsto na RDC nº 54 de novembro de 2012²⁵, que trata do Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar, um alimento é designado como fonte de fibras alimentares quando contém pelo menos 3 g de fibras por 100g, e é classificado como alimento com alto teor de fibra alimentar quando apresenta no mínimo 6 g de fibras por 100g. Portanto a massa em questão tem alto teor de fibras. Quanto ao conteúdo de carboidratos, a massa alimentar registrou um valor de 51,24g/100g, enquanto a recomendação diária de ingestão de carboidratos pelas Dietary Reference Intakes (DRI)²⁶ é estimada em 130 g/dia , com exceção de gestantes e lactantes. Portanto, o consumo de 100 g da massa em análise fornece 39,42% das necessidades diárias. O valor energético (calórico) do macarrão sem glúten foi de 274,72 kcal/g. Em contrapartida, o macarrão de trigo cru com ovos, de acordo com o TACO²⁷, é estimado em 371 kcal/g, tornando o macarrão em análise menos calórico.

Identificação dos grupos funcionais das farinhas e da mistura delas por Espectrofotometria de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)

A técnica de espectrometria por transformada de Fourier no infravermelho (Fourier Transform Infrared Spectroscopy ou FTIR) é empregada para a análise e quantificação, tanto relativa quanto absoluta, das ligações químicas identificadas nas amostras (NETO, 2016). Nos espectros de FTIR de Farinha de arroz (FA), farinha de banana (FB) e Fécula de mandioca (FM) (Figura 2) pode-se visualizar que ambas as amostras apresentam as mesmas bandas, características de suas estruturas químicas.

Nas três amostras demonstradas, foi apresentada uma banda larga na faixa de 350cm^{-1} a 3000cm^{-1} , que corresponde ao estiramento dos grupos hidroxila envolvidos em ligações de hidrogênio tanto intermoleculares quanto intramoleculares²⁸, também foi notada uma ampla base geográfica, indicando uma maior contribuição da molécula de água, teoricamente posicionada em 3500cm^{-1} ²⁹. Além disso, as bandas na faixa entre 3005cm^{-1} e 2949cm^{-1} foram associadas ao estiramento assimétrico de ligações C-H. Para as amostras FA e FM, foi observada uma banda intensa em 1653cm^{-1} , relacionada à deformação angular do grupo O-H da água, apresentando semelhanças com o amido de batata.

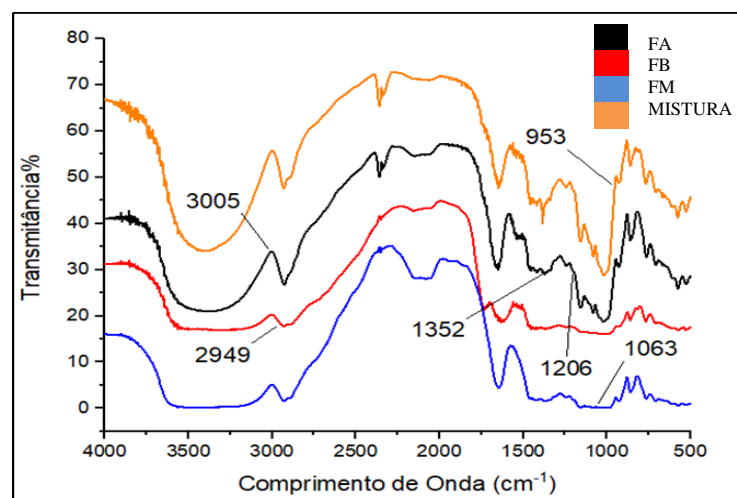


Figura 2 – Espectro obtido por FTIR para farinha de arroz (FA), Farinha de banana verde (FB), fécula de mandioca (FM) e a mistura entre elas (MISTURA)
Fonte: O autor, 2018.

Os picos entre 950 e 1060 cm^{-1} são mais evidentes na mistura, sendo a FA o principal contribuinte para essa característica, essas vibrações podem ser atribuídas às ligações OC nos carbonos 1 e 5 no anel cíclico da glicose³⁰. As bandas na região de 1000 a 1200 cm^{-1} são consideradas características do amido, que é o carboidrato predominante nas amostras demonstradas. A banda em 1022 cm^{-1} é característica da parte amorfa ou desordenada, exemplificada neste estudo pela FA, que é composta por amido do tipo C, uma estrutura intermediária entre os tipos A e B. O pico em 950 cm^{-1} está relacionado à união intramolecular do hidrogênio no grupo hidroxila no C6, sendo sensível à presença de água. Esses picos característicos de polissacarídeos são atribuídos a deformações em ligações C-O-C e flexão de O-H²⁸.

Avaliação tecnológica da massa fresca à base da combinação das farinhas de banana verde, arroz e fécula de mandioca

O tempo de cocção para a massa alimentícia do tipo talharim, feito pela combinação das farinhas de banana verde, arroz e fécula de mandioca, foi de 4,5 minutos, atingindo o ponto 'al dente', o que é adequado para o macarrão. Um tempo de cocção prolongado pode variar de acordo com a textura e resultar em uma massa moderada, macia e pegajosa. O tempo ideal de cozimento está relacionado à presença de glúten, pois as massas tradicionais feitas com farinha de trigo tendem a ter maior resistência ao cozimento, o que resulta em um tempo de cocção mais longo³¹.

Com base nessa classificação, a massa comprovada pode ser considerada de alta qualidade, registrando uma perda de sólidos de 1,85%. O tempo de cozimento está diretamente relacionado à perda de sólidos na água de cocção. Quanto mais prolongado o tempo de cozimento, maior será a absorção de água e a perda de sólidos solúveis das massas alimentícias³². Essas características são consideradas indesejáveis e afetam a qualidade do macarrão, resultando em uma maior solubilidade do amido, aumento da turbidez na água de cozimento e uma menor tolerância da massa ao cozinhar. No entanto, esses aspectos não foram coletados na massa deste estudo devido à baixa taxa de perda de sólidos.

A rede de glúten é responsável pela integridade física da massa durante o cozimento, sendo que uma estrutura mais fraca resulta em maior perda de sólidos solúveis na água de cocção. Em produtos isentos de glúten, a perda de sólidos ocorre devido à lixiviação do amido gelatinizado livre, tornando-se, assim, dependente do grau de gelatinização do amido³³. Portanto, a grande evidência neste estudo demonstra estruturas mais resistentes, resultando em uma baixa lixiviação do amido e, conseqüentemente, uma pequena perda de sólidos.

O aumento específico de peso pode ser explicado pela falta da rede de glúten, levando a uma alta hidratação da fração de amido¹⁴. Foi estabelecido que massas à base de trigo devem ter um aumento de peso entre 160 e 180%³⁴. No caso do macarrão formulado neste estudo, ele apresentou um aumento de peso de 193,0%, o que se enquadra nos padrões aceitáveis para esse parâmetro de qualidade, e ainda manteve uma perda de sólidos semelhante à massa de trigo.

A capacidade de retenção de água (CAA) pode ser influenciada pela interação entre proteína e água, e essa camada pode variar de acordo com a textura, especificidade, formação de gel e emulsificação dos alimentos. Além disso, é atribuído ao teor de fibras geralmente presentes nessas farinhas³⁵. De acordo com a Tabela 3, para o CAA, nota-se que todas as farinhas apresentaram diferença estatística significativa entre si ($p < 0,05$).

Tabela 3 – Capacidade de absorção em água (CAA) e Capacidade de absorção em óleo (CAO) em farinha de arroz (FA), farinha de banana (FBV), fécula de mandioca (FM), da mistura delas (MISTURA) e da massa fresca (MASSA FRESCA).

Amostras	CAA*(g/100g)	CAO* (g/100g)
Farinha de arroz	193,6 ± 2,2 ^{a**}	64,4 ± 3,2 ^b
Farinha de banana verde	113,2 ± 3,4 ^b	93,1 ± 0,4 ^a
Farinha de mandioca	5,6 ± 2,2 ^c	57,4 ± 1,9 ^b
Mistura	144,4 ± 0,05 ^d	90,8 ± 6,5 ^a
Massa fresca	63,4 ± 0,5 ^e	23,5 ± 0,6 ^c

*Valores médios ± desvio padrão. ** Para letras iguais na mesma coluna os dados não diferem ao nível de 5% de significância.

Fonte: O autor, 2018.

A farinha de arroz (FA) apresentou um índice de absorção de água mais elevado, atingindo 193,55% (conforme Tabela 3). Este valor supera o que foi registrado para o amido de arroz, que era de 88,88%³⁶. Essa discrepância pode estar associada à quantidade de proteína presente na farinha de arroz, que é de 7,2 g/100g, de acordo com as informações do rótulo do fabricante, bem como ao tipo de mistura de amido encontrado na farinha. Os valores da Capacidade de Absorção em Água (CAA) obtidos neste estudo foram próximos, porém propostos inferiores aos encontrados na literatura. Foi informado valores mais altos, com 170,87% e 237,36% para farinha de feijão andú e de mesocarpo de babaçu, respectivamente¹⁹. Esses percentuais elevados podem ser atribuídos aos teores mais elevados de fibras presentes nessas farinhas, bem como aos resultados que também inspirou uma grande capacidade de absorção de água em farinhas de mãe e abóbora, devido ao teor de fibras³⁷. O valor da CAA de 113,2% para a farinha de banana (FBV) pode ser associado à presença de amido tipo B, proporcionando uma maior hidratação para a FBV.

A CAA da Fécula de mandioca (FM), de 5,55%, foi o menor valor e estatisticamente diferente de todas as outras farinhas. Foi citado teores superiores de CAA 6,53 - 7,43% na farinha de tapioca de duas marcas distintas³⁸. Observa-se que, diferente das FBV e FA, a FM é constituída, basicamente, por amido e seu amido é do tipo A, conforme avaliação feita anteriormente nessa amostra²⁴. Na massa fresca elaborada (MASSA FRESCA), a combinação das características da farinha de arroz (FA) e da farinha de banana verde (FBV) contribui para uma capacidade absorvente da massa (CAA) de 144,53%. Isso é importante do ponto de vista tecnológico, pois a água desempenha um papel crucial na união das proteínas, na consistência da massa, na dissolução de sais, na umidificação e intumescimento do amido, tornando-o mais digerível e confortável um ambiente propício para a atividade enzimática³⁹. Altos índices de absorção em óleo são relevantes para a utilização de farinhas em produtos cárneos e emulsionados, melhorando a palatabilidade e a qualidade da textura. No entanto, na capacidade de absorção em óleo (CAO), a farinha de banana verde (FBV) não difere da MISTURA, e a farinha de arroz (FA) não difere da fécula de mandioca (FM), com nenhuma diferença significativa a 5% de nível de significância (Tabela 3). A maioria das farinhas, exceto a FM, apresentou maior capacidade de absorção de água (CAA) em comparação com CAO, pode ser devido à disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) que se ligam à água e à capacidade de formação de gel das moléculas de amido. Por outro lado, a FM apresentou o oposto. O mecanismo de absorção de óleo pode ser explicado como um aprisionamento físico do óleo pelas cadeias laterais não polares da proteína o que contribui para as propriedades de retenção do óleo em alimentos⁴⁰.

O valor reduzido de capacidade de absorção em óleo (CAO) da massa fresca, que chega a 23,45%, pode estar associado ao processo de preparação da massa. Durante a elaboração, a albumina presente no ovo exerce uma influência benéfica sobre as proteínas da farinha, auxiliando na formação da rede proteica⁷.

Foi verificado que a farinha de banana verde (FBV) foi a que apresentou maiores percentuais (%) de índice de solubilidade (IS), quando em comparação com as demais amostras (Figura 3). A maior solubilidade observada na amostra MISTURA, quando comprovada sob temperatura inicial, pode ser atribuída ao aumento da porosidade das embalagens. Os valores de solubilidade dessa amostra (M) assemelham-se aos do amido de quinoa (7,5%), o que é caracterizado por cadeias de amilose e amilopectina com baixo grau de polimerização. A amostra resultante da mistura das três farinhas apresenta um IS inferior ao da FBV, diminuindo que a combinação das farinhas resulta em uma estrutura mais estável. Esta observação é corroborada pela análise de perda de sólidos solúveis, na qual a água de cozimento da mistura não apresenta turbidez nem partículas visíveis.

Para as amostras FM e FA, é evidente que a solubilidade aumenta à medida que a temperatura se eleva, e após atingir 60 °C e 70 °C, respectivamente, a solubilidade se torna mais significativa. Isso ocorre devido ao fato de que, a partir dessas temperaturas, o amido começa a gelatinizar ou intumescer. O poder de inchamento não declarou grande variação em temperaturas inferiores a 50 °C (Figura 4). Isso ocorre porque essas temperaturas não são suficientes para romper as ligações de hidrogênio entre as cadeias de todos os transportes dos polímeros da rede cristalina. Isso condiz com estudos anteriores que constataram que o poder de inchamento de amidos, como o de mandioca, começa a se manifestar a partir de 60 °C⁴¹.

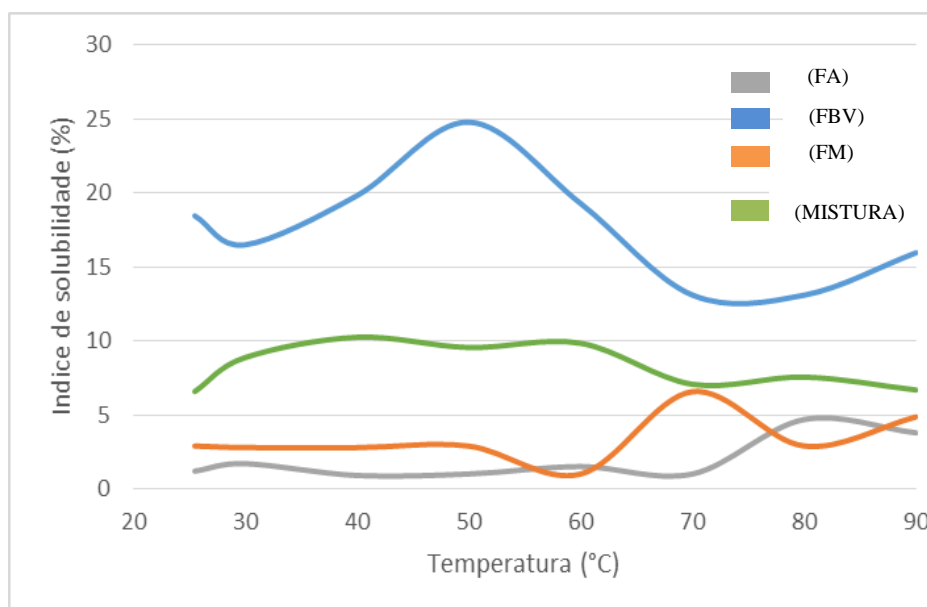


Figura 3 –Índice de solubilidade (IS) das farinhas de arroz (FA), farinha banana verde (FBV), da fécula de mandioca (FM) e da mistura delas (MISTURA).

Fonte: O autor, 2018.

Tal comportamento é atribuído à superação da temperatura necessária para o início da gelatinização do amido. Isso ocorre devido à ativação termodinâmica das moléculas do amido, o que aumenta a mobilidade dos compostos e, por conseguinte, permite a penetração da água. Isso facilita a capacidade de expansão dos seletadores de amido. Assim, as ligações de hidrogênio das moléculas do amido são rompidas, e as moléculas de água se ligam aos grupos hidroxilados liberados, promovendo a erupção irreversível dos compostos, aumentando seu tamanho para além do original⁴². Assim como o AM, o PI é influenciado pela quantidade e qualidade das proteínas constituintes, isso explica a curva mais acentuada da FA (Figura 4).

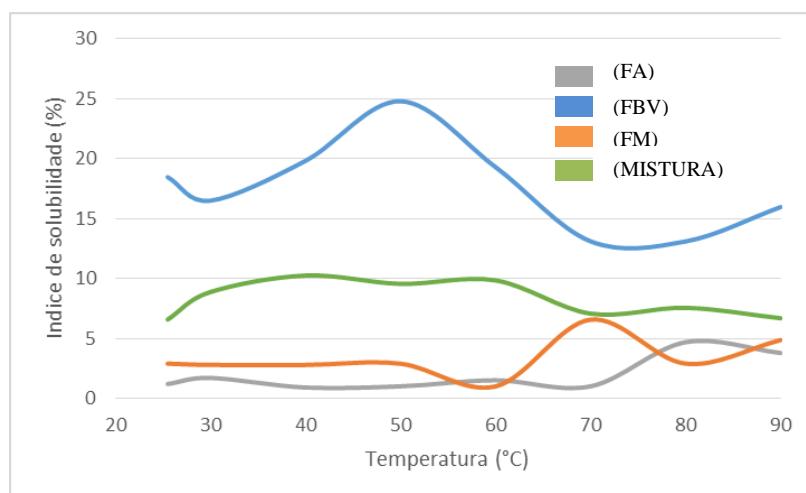


Figura 4 –Poder de inchamento (PI) das farinhas de arroz (FA), farinha banana verde (FBV), da fécula de mandioca (FM) e da mistura delas (MISTURA).

Fonte: O autor, 2018.

CONCLUSÕES

Todas as análises realizadas neste estudo destacaram o potencial da massa alimentar em questão. Ela se revelou como uma opção promissória para indivíduos com doença celíaca e para aqueles que buscam uma dieta mais saudável. As análises físico-químicas, abrangendo pH, atividade de água (aw), acidez, teor de umidade e cinzas, confirmaram que a massa atende aos requisitos legais estabelecidos. Além disso, a massa é apresentada como uma fonte de proteínas e rica em fibras, o que é benéfico para a saúde dos consumidores, como evidenciado por seu valor calórico, sendo menos calórico que o macarrão tradicional.

A análise FTIR das farinhas de banana verde, arroz, fécula de mandioca e da mistura dessas comprovou a presença de grupos funcionais e bandas características do amido na massa fresca, demonstrando que as diferentes farinhas utilizadas na mistura forneceram resultados positivos nas análises tecnológicas, que ajudam um papel crucial na avaliação da qualidade de uma massa fresca.

A qualidade tecnológica foi confirmada pelas análises de tempo de cozimento ideal, perda de sólidos, aumento de peso, capacidade de absorção de água e óleo, poder de inchamento e índice que mostraram que a combinação das farinhas (farinha de arroz, farinha de banana verde e fécula de mandioca) descoberto em uma massa coesa com características tecnológicas desejáveis. Ainda, ela apresentou um bom rendimento, o que é uma característica importante para as massas alimentícias.

Portanto, este estudo constatou que a massa oferece uma alternativa viável para indivíduos com doença celíaca, demonstrando que a mistura dessas três farinhas resulta em uma massa de qualidade elaborada com farinha de trigo, mantendo a qualidade em todos os aspectos.

REFERÊNCIAS

1. KOHMANN, L.M. **Desenvolvimento de pão branco e integral livres de glúten e fortificado com cálcio e ferro.** 2010. 54f. Trabalho de conclusão de curso

- (Monografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2010.
2. THOMPSON, T. DENNIS, M.; HIGGINS, L. A.; LEE, A. R.; SHARRETT, M. K. Gluten-free survey: are the Americans with celiac disease consuming commended amounts of fibre, iron, calcium and grain foods? The British Dietetic Association. LTDA. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v.18, p.163-169, 2005.
 3. ARAÚJO, H. M. C.; ARAÚJO, W. M. C.; BOTELHO, R. B. A.; ZANDONADI, R. P. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Rev. Nutr., Campinas**, 23(3):467-474, maio/jun., 2010.
 4. XU, J.; ZHANG, Y.; WANG, W.; LI, Y. Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: a review. *Trends in Food Science and Technology*, v. 103, p. 200-213, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.017>.
 5. ALENCAR, N. M. M.; ARAÚJO, V. A. de; FAGGIAN, L.; ARAÚJO, M. B. da S.; CAPRILES, V. D. What about gluten-free products? An insight on celiac consumers' opinions and expectations. *Journal of Sensory Studies*, v. 36, n. 4, e12664, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/joss.12664>.
 6. MENEGASSI, B.; LEONEL, M. Análises de qualidade de uma massa alimentícia mista de mandioca-salsa. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**. Botucatu, v. 2, p. 27-36, 2006.
 7. ORMENESE, R. D. C. S. C.; CHANG, Y. K. **Massas alimentícias de arroz: uma revisão**. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 175-190, 2002.
 8. HEISLER, G. E.; ANTÔNIO, G. A.; R.S., M. Viabilidade da substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz na merenda escolar. **Alimento Nutricional**, Araraquara, v. 19, n. 3, p. 299-306, 2008.
 9. VERNAZA, G.V.; GULARTE, M. A.; CHANG, Y. K. Addition of green banana flour to instant noodles: Rheological and technological properties. **Ciências e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1157-1165, 2011.
 10. PONCE, T. P.; RIBEIRO, M. R.; TELLES, T. S. Dinâmica espacial da produção de mandioca no Paraná, Brasil. *Revista franco-brasileira de geografia*, n. 48, dez. 2020.
 11. SILVA, E.M.M. **Produção de macarrão pré-cozido à base de farinha mista de arroz integral e milho para celíacos utilizando o processo de extrusão**. 2008. (Dissertação Mestrado) - Instituto de Tecnologia, Universidade Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
 12. LEACH, H. W.; MCCOWEN, L. D.; SCHOCH, T. J. Structure of the starch granule I. Swelling and solubility patterns of various starches. **Cereal Chemistry**, v.36, p.534-538, 1959.
 13. MANTHEY, F. Effect of flaxseed flour and packaging on shelf life of refrigerated pasta. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 32, Issue 1, p. 75-87, 2007.

14. PERON, B. C. **Desenvolvimento de massa alimentícia sem glúten com adição de *Spirulina platensis***. 2015. 66f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, 2015.
15. GETTENS, C.S.; OLIVEIRA, V.K.; PRIETSCH K.M.; PEREIRA, A.M.; GULARTE, M.A. **Desenvolvimento e avaliação física de macarrão sem glúten**. 2015.
16. FURTADO, M.A.M.; FERRAZ, F.O. **Determinação de umidade em alimentos por intermédio de secagem em estufa convencional e radiação infravermelha – estudo comparativo em alimentos com diferentes teores de umidade**. Universidade Federal de Juíz de Fora - Faculdade de Farmácia e Bioquímica, MG, 2007.
17. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 93, 31 de outubro de 2000. Dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de massa alimentícia. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 01 nov. 2000.
18. BASTOS, G. M. **Resíduos da industrialização de batata: aplicação na produção de farinhas, snacks, farinhas pré-gelatinizadas e massa alimentícia fresca sem glúten**. 2012. 215p. (Dissertação) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.
19. NETO, A. A. C. **Desenvolvimento de Massa Alimentícia Mista de Farinhas de Trigo e Mesocarpo de Babaçu (*Orbignya sp.*)**. 2012. 68p. Trabalho de conclusão de pós-graduação (Dissertação Mestrado) - Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica 68p, Rio de Janeiro, 2012.
20. CRUZ, J.S.; CAMILI, E.A.; JORGE, H.S.; COPINI, P.; HERNANDES, T. **Análise de qualidade de massa alimentícia sem glúten elaborada com farinha do mesocarpo de babaçu**. 2016. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/310.pdf>> Acesso em: 10/2023.
21. SILVA, R. DE J. **Massa alimentícia incorporada de descarte de tomate liofilizado: desenvolvimento e caracterização**. (Dissertação Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.
22. REMONATO, J.; JUDACEWSKI, P.; SANTOS, L. H. dos.; SANTOS, S. M. V. dos.; SILVA, S. Z. da. Qualidade de macarrão tipo talharim elaborado com farinha de batatadoce Beauregard. *Revista Agropecuária Técnica*, Areia-PB, v. 38, n. 2, p. 91-95, 2017.
23. NICOLETTI, A. M.; SILVA, L. P. da; HECKTHEUER, L. H.; TOLEDO, G. S. P. de.; GUTKOSKI, L. C. Uso de subprodutos agroindustriais no desenvolvimento de macarrão nutricionalmente melhorado. *Alim. Nutr. Araraquara* v.18, n.4, p. 421-429, out./dez. 2007.
24. DELVAZ, C. **Elaboração e caracterização de massa alimentícia sem glúten produzida a partir de farinhas de banana verde e arroz e fécula de mandioca**.

2018. P.71 Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns-PE, 2018.
25. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, DF, Brasília, 13 nov. 2012b. Seção 1.
26. INSTITUTE OF MEDICINE (U.S.). Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (macronutrients) (DRI). Washington, DC: **National Academies**, 2005. p.589-768.
27. **TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO) / NEPA – UNICAMP**. Campinas, 4. ed. rev. e ampl., 161 p. 2017.
28. AVILÉS, G. R. Obtención y caracterización de um polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. **Ingeniería y Ciencia**. 2(4): 5-24. 2006.
29. SOLOMONS, G.; FRYHLE, C. Química orgânica, v.1, 7th ed. Rio de Janeiro, Brasil: Editora LTC, 2001.
30. DEMIATE, I. M.; DUPUY, N.; HUVENNE, J.P.; CEREDA, M.P.; WOSIACKI, G. Relationship between baking behavior of modified cassava starches and starch chemical structure determined by FTIR spectroscopy. **Carbohydrate Polymers**, 42, 140-158. 2000.
31. ROCHA, A. F. O. F. **Produção de massas alimentícias isentas de glúten a partir de subprodutos da indústria alimentar**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Lisboa, Portugal. 2015.
32. REINHARD, W. D.; KHAN, K.; DICK, J. W.; HOLM, Y. Shelf Life Stability of Spaghetti Fortified with Legumes Flours and Protein Concentrate. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 65, n. 4, p. 278-281, 2004.
33. MARTI, A.; SEETHARAMAN, K.; PAGANI, M. A. Rice-based pasta: A comparison between conventional pastamaking and extrusion-cooking. **Journal of Cereal Science**, n.52, p.404-409, 2010.
34. KRUGER, J. E.; MATSUO, R. B.; DICK, J. W. Pasta and Noodle Technology. St. Paul: **American Association of Cereal Chemists**, 1996, 356p.
35. SILVA, B. de L. de A.; AZEVEDO, C. C. de; AZEVEDO, F. de L. A. A. Propriedades funcionais das proteínas de amêndoas da munguba (*Pachira aquatica* Aubl.). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 37, n. 1, p. 193-200, Março 2015.
36. DOMENEZ, E. P. Propriedades tecnológicas de amido e farinha de arroz tratados por annealing. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2016.
37. PORTE, A.; SILVA, E. F.; ALMEIDA, V. D. S.; SILVA, T. X.; PORTE, L. H. M. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucurbita* sp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande-PB, v. 13, n. 1, p. 91-96, 2011.



38. SILVA, P. A.; CUNHA, R. L.; LOPES, A. S.; PENA, R. da S. Caracterização de farinhas de tapioca produzidas no estado do Pará. **Ciência Rural**, v.43, n.1, p.185-191, jan, 2013.
39. QUEJI, M. F. D; SCHEMIN, M. H. C; TRINDADE, J. L. F. Propriedades reológicas da massa de farinha de trigo adicionada de alfa-amilase. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**. Ponta Grossa, v.12, n.2, p. 21-29, 2006.
40. [SREERAMA, Y. N.](#); [SASIKALA V. B.](#); , [PRATAPE, V. M.](#) Nutritional implications and flour functionality of popped/expanded horse gram. **Food Chemistry**. v. [108](#), n.3, 1 June, p. 891-899, 2008.
41. PERONI, F. H. G.; ROCHA, T. S.; FRANCO, C. M. L. Some structural and physicochemical characteristics of tuber and root starches. **Food Science and Technology International**, v. 12, n. 6, p. 505-513, 2006.
42. RIBEIRO, A. P. L. **Estudos dos amidos de mandioca nativo, modificado e modificados combinados por via química para utilização na indústria alimentícia**. 2011. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE AMÊNDOAS DE OURICURI (*Licuri Syagrus coronata (Mart.) Becc*)

**Denílson Lopes Ferreira Guimarães¹; Gustavo Henrique Daniel Santos Silva²;
Elisandra Rabêlo da Silva³; Jessica Porfírio Severo⁴; Suzana Pedroza da Silva⁵**

¹Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPÉ;

E-mail: denilsonlopes.710@gmail.com

²Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPÉ;

E-mail: gd30440@gmail.com

³Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPÉ;

E-mail: rabeloelisandra1@gmail.com

⁴Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPÉ;

E-mail: severopjessica@gmail.com

⁵Docente/pesquisadora do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPÉ;

E-mail: suzana.pedroza@ufape.edu.br

Resumo: Tendo em vista que o Ouricuri (*Syagrus coronata (Mart.) Becc*) é uma palmeira que apresenta expressiva importância econômica e cultural e que contribui para a soberania alimentar dos povos que a consomem, faz-se necessário realizar a caracterização físico-química de amêndoas dessa planta, obtidas de palmeiras do município de Garanhuns-PE. Determinou-se os seguintes parâmetros: umidade; atividade de água; cinzas; sólidos solúveis totais (°Brix); pH; acidez total titulável (g ácido cítrico/100g amostra); açúcares redutores; proteínas; lipídios; carboidratos totais (incluindo fibras) e valor calórico (kcal.100 /g). Desse modo, encontrou-se os seguintes valores para os parâmetros analisados nas amêndoas do coco ouricuri: umidade 20,58% ± 0,00; atividade de água 0,96 ± 0,00; cinzas 1,90% ± 0,05; sólidos solúveis totais (1,06 ± 0,06 °Brix); pH 6,52 ± 0,20; acidez total titulável (0,60 ± 0,07g ácido cítrico/100g amostra); açúcares redutores 0,79% ± 0,04; proteínas 11,03% ± 0,60; lipídios 43,82% ± 0,70; carboidratos totais 22,67% e valor calórico 529,17 kcal.100 /g. Diante disso, percebe-se que o valor nutricional e a ampla disponibilidade do fruto contribui para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, segurança alimentar e melhora da nutrição da população consumidora desse fruto.

Palavras-chave: Beneficiamento de Alimentos; *Syagrus coronata (Mart.) Beccari*; Segurança Alimentar

INTRODUÇÃO

O *Syagrus coronata (Mart.) Becc* é uma palmeira de porte médio, comumente encontrada nas regiões localizadas entre os trópicos. É uma planta nativa do Brasil e sua faixa de predominância são as regiões norte e nordeste, onde é vulgarmente conhecida como

ouricuri, licuri ou coqueiro-cabeçudo. Essa palmeira encontrou ambiente favorável nas regiões semiáridas da caatinga e agreste, sendo que é facilmente encontrada distribuição desde o norte de Minas Gerais, na região oriental e central da Bahia, até o sul de Pernambuco, assim como nos Estados de Sergipe e Alagoas, devido a sua abundância a mesma tem importante papel com parte integrante de alimentos para consumo humano ou animal (1). O fruto tem como característica uma drupa com endoderme abundante, antes do amadurecimento a endosperma é líquida que se torna sólido no final do processo de maturação. Sua coloração varia do amarelo-claro ao alaranjado, o que determina isso é o estágio de maturação. A composição do fruto é constituída majoritariamente pela polpa com 54,5%, enquanto a amêndoa representa apenas 39,6% (2).

Essa palmeira é uma espécie muito importante do ponto de vista socioeconômico e cultural, pois ela é fonte de renda para os povos e comunidades tradicionais, agroextrativista e agricultores familiares, além dos frutos as folhas e caule também são importante matéria prima. O compartilhamento de culturas diferentes é cada vez mais perceptível em prateleiras de supermercado. Os alimentos ditos exóticos geralmente são utilizados por terem uma quantidade considerável de algum micronutriente, propriedade funcional ou gosto peculiar. Entretanto, para inserir esses produtos no mercado de novos produtos alimentícios, é fundamental que se tenha conhecimento de suas características físico-químicas e informações nutricionais (3).

As sementes ou amêndoas de ouricuri possuem um elevado teor de óleos, sendo muito utilizadas pela população nativa com fins alimentícios e terapêuticos. No interior do nordeste do Brasil, faz parte dos hábitos populacionais utilizar o óleo de ouricuri para tratar micoses, dores nas costas, inflamações oculares e feridas (4). O Brasil ocupa o posto de um dos maiores produtores e consumidores de biodiesel, entretanto, a expansão da produção está condicionada a oferta de matérias-primas oleaginosas, sendo que as principais aplicações alimentícias das amêndoas de licuri ainda estão limitadas a alimentação e engorda do gado, aves e animais silvestres, já o consumo humano é majoritariamente o fruto *in natura*. É válido destacar que existe uma carência em encontrar relatos de experiências do uso industrial dessa semente voltado à alimentação humana (5) e (6). Para mais, o consumo de qualquer alimento, além de ser nutricionalmente adequado, também deve ser seguro do ponto de vista da saúde do indivíduo. Estudos demonstram que seu consumo não causa efeitos nocivos à saúde dos consumidores, até mesmo em doses relativamente elevadas (7).

É válido ressaltar que o manejo inadequado pode trazer prejuízos à espécie e ao bioma local. Desse modo, dentre os objetivos da ONU para o desenvolvimento sustentável tem-se como meta proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas e deter a perda de biodiversidade (8). As sementes do ouricuri possuem uma excelente potencialidade enquanto aplicação na alimentação em produtos transformados pela indústria de alimentos, uma vez que existem diversas iniciativas coletivas voltadas para a utilização socioeconômica e sustentável a nível artesanal na produção de óleos, cocadas e doces (3). Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização físico-química das amêndoas do ouricuri advindo de palmeiras do município de Garanhuns-PE para fins de informação científica quanto ao produto.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de ouricuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Beccari) foram coletadas na zona rural da cidade de Garanhuns-PE. Os frutos se encontravam secos com as amêndoas envoltas pelo endocarpo (Figura 1). O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Alimentos (LAAL), do prédio do Laboratório Multiusuário de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LACTAL), da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE).

As amêndoas foram isoladas do endocarpo pelo processo de aplicação de impacto. Em seguida realizou-se a higienização e a trituração em um moedor convencional (marca Cadence), esse material foi mantido a temperatura de congelamento (-18 °C) até o momento da realização das análises.



Figura1- Coco ouricuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc) coletados no município de Garanhuns-PE

Fonte: própria (2023)

Os parâmetros analisados foram: umidade, utilizando estufa de secagem a 105 °C por 6 h, atividade de água foi feita a leitura direta utilizando o equipamento AquaLab, modelo PRE Water Activity Meter; cinzas em mufla a 550 °C por 3 h; pH com pHâmetro TecnoPON MPA-210, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0; sólidos solúveis totais pelo método de refratômetro analógico (Arla32)-SBC10; acidez total titulável utilizando o método titulométrico com solução de NaOH 0,01 M e indicador fenolftaleína g ácido cítrico/100g amostra; açúcares redutores pelo método espectrofotométrico com DNSA; lipídios pelo método de extração tipo Soxhlet e proteínas pelo método de Bradford. Todas as análises foram realizadas em triplicata, de acordo com as metodologias apresentadas pelo Instituto Adolfo Lutz (9). Os carboidratos totais incluindo fibras foram encontrados pela diferença entre a somatória dos teores de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas em relação a 100%. O valor calórico foi determinado pela relação de conversão 4 Kcal/g para carboidratos e proteínas, 9 Kcal/g para lipídios, conforme com o apresentado por (10).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão disponíveis as médias e desvios-padrão dos resultados da caracterização físico-química das amêndoas de ouricuri.

Para o parâmetro umidade encontrada para (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc), foi observado um valor de $20,58\% \pm 0,00$. Esse valor apresentou uma variação significativa em relação ao encontrado por (11) e (12), que foram respectivamente ($28,6 \pm 0,38$) e ($7,27 \pm 0,05$). Isso pode ser explicado pelo fato de os pesquisadores terem utilizado frutos em estágio de maturação diferentes, sendo a análise do presente trabalho feita com frutos com o estágio de maturação finalizado. Uma vez que, o estágio de maturação influencia na composição da quantidade de minerais, compostos fenólicos, compostos voláteis, atividade antioxidante e quantidade de água livre no alimento (13).

Tabela 1 - Valores obtidos das análises físico-químicas realizadas nas amêndoas do coco ouricuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc) obtidos no município de Garanhuns-PE

Parâmetros	Média desvio
Umidade (% m.m.)	$20,58 \pm 0,00$
Atividade de água (A_w)	$0,96 \pm 0,00$
Cinzas (% m.m.)	$1,90 \pm 0,05$
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	$1,06 \pm 0,06$
pH	$6,52 \pm 0,20$
Acidez total titulável (g ácido cítrico/100g amostra)	$0,60 \pm 0,07$
Açúcares redutores (% m.m.)	$0,79 \pm 0,04$
Proteínas (% m.m.)	$11,03 \pm 0,60$
Lipídios (% m.m.)	$43,82 \pm 0,70$
Carboidratos totais (%)	22,67
Valor calórico (kcal.100 /g)	529,17

Fonte: própria (2023)

Em relação a atividade de água (A_w), foi observado um alto valor ($0,961 \pm 0,002$). (14) encontraram um valor semelhante ao estudarem o ouricuri ($0,974 \pm 0,001$). A A_w é um importante indicativo que deve ser considerado na conservação dos alimentos, pois indica a quantidade de água disponível no alimento que pode ser usada por microrganismos para seu crescimento e multiplicação, sendo necessária para a sobrevivência (15). Isso indica que as amêndoas de ouricuri apresentam elevada susceptibilidade à deterioração por

microrganismos que deve ser considerado ao se trabalhar com essa matéria prima, visto que, a atividade de água alta é favorável ao crescimento de fungos e bactérias. Portanto, para uma melhor conservação é necessário passar por um processo de secagem.

Além disso, foi possível identificar na amostra um teor de cinzas de $(1,90\% \pm 0,05)$, o que indica a presença de uma quantidade de resíduo mineral reduzida. Alguns autores (2) ao estudarem as sementes de ouricuri encontraram um valor próximo $(1,07\% \pm 0,01)$. Ademais, em um trabalho sobre amêndoas de babaçu realizado por (16), encontraram um teor de cinzas de $(1,06\% \pm 0,02)$, valor que se assemelha ao encontrado para o coco ouricuri. As cinzas em alimentos são os compostos inorgânico ou mineral que permanece após a incineração ou queima de todos os compostos orgânicos do alimento (17), pode-se destacar como os principais compostos inorgânicos presentes no licuri P, K, Mg, Fe, Zn e Mn (2).

A quantidade de sólidos solúveis totais presentes nas amêndoas de ouricuri foi de $1,06 \pm 0,06$ °Brix. O método de sólidos solúveis totais consiste em determinar todos os sólidos solúveis na amostra, apesar de muito utilizado para determinar açúcares dissolvidos em uma alíquota da amostra, pode indicar falso positivo para o teor de açúcar (18). De modo geral, o ouricuri confere à polpa um sabor adocicado mais agradável ao paladar em relação às amêndoas dessa palmeira.

Os valores de pH e acidez total titulável encontrados para amostra foram $(6,52 \pm 0,2)$ e $(0,598 \pm 0,07)$. Respectivamente, esse valor de pH é condizente ao encontrado por (2), que encontraram $(6,72 \pm 0,06)$ para a amêndoa do Ouricuri. Caracterizando essas amêndoas como um alimento em torno da neutralidade para a maioria dos microrganismos. Esse é o pH favorável ao seu crescimento e manutenção metabólica e faixa de pH, inclusive, é favorável a bactérias patogênicas (15). A acidez encontrada por (2) também foram valores próximos quando determinaram a acidez total titulável em g ácido cítrico/100g amostra $(0,51 \pm 0,06)$. A determinação de acidez em um alimento permite identificar possíveis problemas sensoriais causados pelo ácido, como exemplo temos alteração de gosto e aromas devido ao ácido.

Os teores de proteínas e carboidratos totais presente nas amostras analisadas foram $(11,028\% \pm 0,6)$ e $(22,67\%)$, respectivamente. A quantidade de proteínas foi superior ao encontrado por (2) onde o valor foi de $(8,97\% \pm 0,99)$. Entretanto, foi próximo ao encontrado por (11) que foi $(11,5\% \pm 0,03)$. Em comparação com outras palmeiras as sementes do licuri apresentam maior quantidade de proteínas, palmeiras do gênero *Arecaceae* possuem quantidade de proteínas que corresponde apenas 3,7% do seu peso seco (19).

Com relação aos carboidratos totais incluindo fibras, seu valor corresponde à diferença entre a somatória dos outros componentes centesimais, determinados em análise, em relação ao total da amostra. Esse valor apresenta diferença do encontrado na literatura que apresentou uma média de 13% do peso na amostra (11) e (12), porém pode não ter levado em consideração os carboidratos insolúveis presentes. Em comparação com outros tipos de coco, com o babaçu é perceptível um valor muito elevado em relação $(27,58\% \pm 0,3)$ de carboidratos totais (16). Os carboidratos totais levam em consideração todos os tipos de açúcares da amostra, incluindo as fibras alimentares. Dentre os carboidratos da amostra, detectou-se a quantidade de açúcares redutores de $0,79\% \pm 0,04$. Os açúcares redutores são

de interesse da indústria de alimentos pelo fato de serem elementos da reação de Maillard, que formam pigmentos marrons que são desejáveis e importantes em alguns alimentos, porém, pode ser indesejáveis em outros (20).

Detectou-se um teor de lipídeos elevado, semelhante ao padrão encontrado em outras palmeiras. Para as amêndoas de ouricuri foi (43,82% \pm 0,70). Quando comparado com os resultados encontrados por (12) percebemos que está de acordo, uma vez que, a quantidade de lipídeos situa-se entre 44 e 49% de lipídeos totais. Embora esse valor represente somente os lipídeos totais, é sabido da literatura que o ouricuri tem diversos lipídios importantes, como ácidos graxos e vitaminas lipossolúveis. De modo geral, os frutos de palmeiras são importante fonte de carotenoides e apresentam quantidade significativa de vitaminas A, C e E, além de serem a principal fonte de energia da dieta humana com 9 kcal/g (21). O valor calórico de uma porção de 100 g do coco ouricuri corresponde a 529,17 Kcal, esse valor é semelhante ao encontrado (2) que encontrou um valor de 527,3 Kcal/g. O valor calórico é um parâmetro que depende da quantidade dos macronutrientes presentes na amostra e tem a função de manutenção metabólica e construção de tecidos, as calorias devem ser fornecidas com regularidade de acordo com a necessidade individual, afim suprir as necessidades do organismo e para sobrevivência (22). Diante disso, é possível perceber a importância desse alimento na garantia da soberania alimentar em sua região de predominância.

CONCLUSÕES

A partir das análises físico-químicas realizadas nas sementes de (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc), foi possibilitado a obtenção de resultados que se sugere que o Ouricuri possui potencial de ser explorado na elaboração de produtos alimentícios.

O uso das amêndoas do ouricuri já é comum para o enriquecimento de alimentos de animais para engorda, além de que o ouricuri tem potencial de agregar valor nutricional e capacidade para elaboração de novos produtos para alimentação humana. Além disso, o mesmo apresentou elevada quantidade de lipídeos, que possibilita a oportunidade de aplicação em diversos campos da indústria de alimentos, uma vez que, além da função energética, são responsáveis por agregar aromas e sabores nos processos industriais.

Por fim, sugere-se para trabalhos futuros realizar outras análises físico-químicas mais detalhadas como dos principais ácidos graxos, vitaminas e minerais presentes, assim como formulações de produtos alimentícios, além de análise sensorial.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam os seus agradecimentos ao Cnpq pelas bolsas concedidas, à Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE) pela oportunidade de uso do Laboratório Multiusuário de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LACTAL). Também agradecemos aos colegas envolvidos com as atividades do grupo de pesquisa, aos professores que auxiliaram e que nos proporcionaram a oportunidade de realizar este trabalho e ao programa PAVI/UFAPE.

REFERÊNCIAS

1. Drumond MA, Licuri *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. Embrapa: Documentos 199 Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007, 16p.
2. Paula Filho GX, Barreira TF, Rodrigues VCC, Cardoso LM, Martino HSD, Pinheiro-Sant'ana HM. Estudo das características físicas e físico-químicas de frutos da palmeira licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) encontrados na Mata Atlântica de Minas Gerais. *Food Sci. Technol*, Campinas, 35(3): 474-480, Jul.-Set; 2015.
3. Guimarães JS, Shiosaki RK, Mendes MLM. Licuri (*Syagrus coronata*): características, importâncias, potenciais e perspectivas do pequeno coco do Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v.58, p.169-192, jul./dez. 2021.
4. Rufino MSM. Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais. [Tese]. Mossoró-RN: Universidade Federal Rural do Semiárido UFERSA; 2008.
5. Evaristo AB, Goulart SMG, Martins AD, Pimentel LD, Grossi JAS. Caracterização físico-química de frutos de macaúba provenientes de três regiões do estado de minas gerais. *Revista Agrotecnologia*, Ipameri, v.8, n.2, p.81-92; 2017.
6. Barbosa JML. Avaliação do Potencial Nutricional do Resíduo de Licuri (*Syagrus Coronata mart. Becc.*) e Sua Aplicação na Elaboração de Pão Enriquecido [dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco UFPE; 2019.
7. Silva MM, Feitoza GS, Alcântara LFM, Silva MA, Oliveira AM, Aguiar JCROF, Navarro DMAF, Aguiar Júnior FCA, Silva MVD, Chagas CA. Biological safety of (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc). Fixed oil: Cytotoxicity, acute oral toxicity, and genotoxicity studies. *Journal of Ethnopharmacology*, 272; 2021.
8. BRASIL. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade; 2019.
9. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: IMESP; 2008.
10. Costa NMB, Peluzio MCG. *Nutrição Básica e Metabolismo*. 1. Ed. Universidade Federal de Viçosa; 2008.
11. Crepaldi IC, Almeida-Muradian LB de, Rios MDG, Penteadó MVC, Salatino A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari) *Revista Brasileira Botânica*, São Paulo, v. 24, n. 2; 2001.
12. Silva IF da. Caracterização físico-química, dos compostos bioativos e atividade antioxidante da amêndoa do licuri (*syagrus coronata* (mart.) beccari). Petrolina-PE,

- Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (coordenação de tecnologia em alimentos); 2015.
13. Rosal G, Mendes IM. Influência do Modo de Produção, Biológico Convencional, e do Estado de Maturação do Fruto na Composição e Qualidade do Pimento, *Capsicum Annum L.* Universidade NOVA de Lisboa (Portugal) ProQuest Dissertations Publishing; 2021.
 14. Lima TLB, Leite DDF, Santos FS, Ferreira JPL, Santos DC. Secagem e caracterização química e físico-química da polpa de ouricuri. VI Congresso Nacional de Ensino em Ciências, Campina Grande-Paraíba; 2021.
 15. Franco BDGM, Landgraf M. Microbiologia dos Alimentos. Ed. Atheneu, São Paulo; 2005.
 16. Oliveira GLS de, Santos JS, Araújo LF, Souza IHS, Pagani AAC. Produção e Caracterização Físico-química de “Leite” de Coco e Microcápsulas da Amêndoa do Coco de Babaçu. Revista GEINTEC-. Aracaju/SE. v. 9, n. 4, p. 5105-5116, out/nov/dez; 2019.
 17. Sardá FAH. Determinação de cinzas em alimentos. Universidade de São Paulo USP; 2014.
 18. Zenebon O, Pascuet NS, Tiglea P. Instituto Adolfo Lutz - Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. ed digital; 2008.
 19. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). 4. ED. revisada e ampliada, Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p.
 20. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR. Química de alimentos. 4. Ed. Artmed, Porto Alegre- RS; 2010.
 21. Miranda KES. Qualidade e atividade antioxidante de fruto e seu óleo de genótipos do licurizeiro (*Syagrus coronata*) (Master's Thesis). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa; 2011.
 22. Mahan LK, Escott-Stump S, Raymond JL. Alimentos, Nutrição e Dietoterapia. 13. Ed, Elsevier Editora Ltda; 2013.

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA POLPA DO JENIPAPO (*Genipa americana* L.) PRODUZIDOS EM CIDADES DO BREJO PARAIBANO

Michela de Lima Bezerra¹; Amanda Marília da Silva Sant'Ana²; Rogério Silva de Almeida³ José Evangelista Santos Ribeiro; Jossana Pereira de Sousa Guedes

¹Pós-graduação em Tecnologia Agroalimentar- PPGTA – UFPB;

E-mail: michelladelimabezerra@gmail.com,

² Depto de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, DGTA, CCHSA, UFPB.

E-mail: amanda.santana@academico.ufpb.br.

³Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA - UFPB

Email: rogersilvva0@gmail.com

⁴Depto de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, DGTA, CCHSA, UFPB.

E-mail: vange_ribeiro@hotmail.com.

⁵ Depto de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, DGTA, CCHSA, UFPB.

E-mail: jossanasousa@gmail.com

Resumo: O Brasil é conhecido por sua rica biodiversidade e variedade de frutos, incluindo o jenipapo (*Genipa americana* L). O jenipapo é um fruto com potencial para o desenvolvimento de novos produtos devido à sua diversidade, distribuição geográfica, composição nutricional e presença de compostos com potencial bioativo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química da polpa de jenipapos obtidos na cidade de Bananeiras-PB, com o intuito de contribuir com a cadeia de produção do fruto, por meio de informações sobre sua polpa, como também determinar se o consumo dessa fruta pode proporcionar benefícios à saúde dos consumidores. As análises das polpas foram realizadas em laboratórios situados na UFPB/CCHSA - Campus III. As análises incluíram umidade, cinzas, Sólidos Solúveis Totais (SST), pH, vitamina C, açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não redutores. As polpas apresentaram altos teores de umidade (80,78 g/100g) e vitamina C (35,29 mg/100g). Os teores de SST e cinzas, foram de 16,00 g/100g e 1,13 g/100g, respectivamente e o pH foi de $3,91 \pm 0,50$. As características físico-químicas da polpa do jenipapo indicam um potencial tanto para o seu consumo *in natura*, na elaboração de sucos da polpa ou podem ser incluídas na formulação de outros produtos. A composição físico-química indica que este produto pode ser mais utilizado e valorizado no mercado de alimentos, aumentando a produção e aproveitamento dos frutos, criando assim uma cadeia de produção inovadora, rentável, saudável e sustentável.

Palavras-chave: jenipapo; qualidade; parâmetros físico-químicos.

INTRODUÇÃO

O Brasil, destaca-se pela presença de uma rica e complexa biodiversidade, oferecendo uma composição variada de diferentes frutos, com grande potencial no desenvolvimento de novos produtos (1). Dentre estes frutos, têm-se o jenipapo, pertencente à família *Rubiaceae* e à espécie *Genipa americana* L., com tendo uma ampla distribuição por toda América, desde o México e Antilhas até o norte da Argentina (2). Já no Brasil, está presente principalmente na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (3).

O Jenipapo é uma espécie de grande importância econômica, devido à sua madeira valiosa, propriedades medicinais e contribuição para a produção de alimentos (4). O fruto do Jenipapo pode ser encontrado em toda a região tropical das Américas, especialmente no norte do Brasil, em áreas que eram habitadas por povos indígenas (5). No passado, essas comunidades usavam o fruto para fazer marcas na pele, pintar roupas, tecidos de palha e utensílios domésticos (6). A árvore do Jenipapo é conhecida por atingir uma altura que varia entre 10 a 12 metros, com copa ampla e arredondada, ramos numerosos e robustos, casca lisa e espessa, apresentando manchas de tonalidade cinza-claro (6). Além disso, as folhas desta árvore são simples e opostas, medindo de 20 a 42 cm de comprimento por 9 a 16 cm de largura, sendo lisas em ambas as faces. As inflorescências surgem em ráceros axilares ou terminais, com flores hermafroditas de tonalidade amarelo-ouro, compostas por cinco pétalas (6).

Esta planta pode ser reconhecida em diversas regiões do país como uma árvore que possui caule de cor cinza e esbranquiçada, folhas verde-escuras de forma longa, frutos redondos acastanhados, com cheiro forte, doce e ácido. Esta espécie apresenta relevância econômica, no que diz respeito ao seu consumo e comercialização. Os frutos são geralmente transportados em diferentes embalagens plásticas e vendidos principalmente em feiras e mercados locais e públicos ou nas margens das estradas onde a espécie ocorre, movimentando assim a economia regional (7).

Além disso, são consumidos geralmente de forma *in natura* ou utilizados pela indústria como matéria-prima para produção de alimentos e bebidas (8). Tem sido demonstrado em alguns estudos que o jenipapo é fonte de compostos com potencial bioativo, devido à atividade antioxidante, antitumoral, anti-inflamatória e antimicrobiana (9). Assim, esse fruto pode ser uma boa alternativa para o desenvolvimento de produtos nutracêuticos e farmacêuticos (10).

É importante destacar que as propriedades físicas e físico-químicas dos frutos são influenciadas por uma variedade de fatores, como condições edafoclimáticas, práticas agrícolas, época de colheita, grau de maturação, tratamento pós-colheita e dentre outros. Essas características desempenham um papel crucial na qualidade de produtos derivados, como a polpa dos frutos, e na produção de outros produtos industrializados com a inclusão do jenipapo (11).

Para as polpas obtidas de frutos, diversos parâmetros são avaliados para assegurar a uniformidade do produto e para detectar quaisquer mudanças que possam ocorrer durante o processamento e o armazenamento, objetivando a garantia e controle de qualidade desses

produtos. Isto inclui a verificação do pH, acidez titulável, os sólidos solúveis, os açúcares redutores e totais, bem como a vitamina C (12).

A utilização do jenipapo na elaboração de polpas, contribui significativamente para a inovação e diversificação do mercado de alimentos, pois estas polpas podem ser utilizadas para elaboração de sucos ou podem ser incluídas na formulação de outros produtos. A indústria de alimentos, atenta as necessidades dos consumidores, estão cada vez mais buscando elaborar produtos que contenham efeitos positivos devido à composição físico-química, sensoriais, bioativas e funcionais. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química da polpa de jenipapos obtidos na cidade de Bananeiras-PB, com o intuito de contribuir com a cadeia de produção do fruto, por meio de informações sobre sua polpa, como também determinar se o consumo dessa fruta pode proporcionar benefícios à saúde dos consumidores.

MATERIAL E MÉTODOS

COLETA, LOCAL DO EXPERIMENTO

Os jenipapos (Figura 1) foram coletados no estado maduro no mês de abril de 2023, e colhidos manualmente na zona rural do município de Bananeiras/PB, situado no brejo paraibano. Os frutos foram conduzidos até o Laboratório de Cromatografia e espectrometria, pertencente ao Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial (DGTA), da Universidade Federal da Paraíba, Campus III, de Bananeiras-PB.



Figura 1: Fruto do Jenipapo

Fonte: Autores

PREPARO DAS AMOSTRAS

No laboratório, os frutos foram cuidadosamente escolhidos com base no seu grau de maturação e na presença de imperfeições. Foram selecionados os frutos que apresentavam cascas de tonalidade pardo-escura, rugas e uma polpa macia. Em seguida,

eles passaram por um processo de limpeza utilizando água corrente para remover quaisquer impurezas superficiais provenientes do local de coleta e foram secos com papel toalha. A parte comestível de cada fruto, ou seja, a polpa, foi separada após a remoção da casca e das sementes, utilizando uma faca de aço inoxidável. Essa polpa foi então pesada e armazenada em freezer (Figura 2).



Figura 2: Fruto do Jenipapo

Fonte: Autores

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-química das polpas ocorreram nos Laboratórios de Físico-Química de Alimentos, Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita e Laboratório de Cromatografia e Espectroscopia, pertencentes à UFPB/CCHSA - Campus III.

A determinações de umidade (414/IV) foi realizada pelo método gravimétrico de secagem em estufa comum a 105 °C. Os teores de cinzas foram determinados de acordo com o método de análise (018/IV) (13), inicialmente por meio da carbonização da amostra em cadinho de porcelana, seguida da incineração à temperatura de 550 °C. Uma vez que as cinzas atingiram uma coloração clara e o peso se tornou constante, os cadinhos contendo as amostras foram retirados da mufla (marca GP CIENTÍFICA). Em seguida, eles foram resfriados em um dessecador e pesados com o uso de uma balança analítica.,

Os teores de ° Brix (313/IV) foram determinados de acordo com (13), sendo utilizado para a análise um refratômetro Abbé (marca ATAGO). Os extratos obtidos das amostras foram filtrados, para remoção dos sólidos insolúveis e, em seguida, efetuada a leitura dos valores dos sólidos solúveis, os quais foram expressos em °Brix.

Os valores de pH (311/IV), seguiram a metodologia (13), utilizando um pHmetro digital. O teor de Vitamina C (312/IV), foi determinado de acordo com a metodologia (13). Amostras de 5 g foram maceradas em almofariz contendo solução de extração preparada com 34,05 mg de ácido metafosfórico (HIPO3), dissolvido em 40 mL de ácido acético glacial e 200 mL de água destilada, tendo o volume completado para 500 mL. Em seguida,

a mistura foi filtrada e o seu volume completado para 50 mL em balão volumétrico. A titulação das amostras foi realizada transferindo-se 7 mL da mesma para um Erlenmeyer, onde foi titulada com 2,6-diclorofenolindofenol - DCPIP (50 mg de DCPIP foram dissolvidos em 50 mL de água destilada contendo 42 mg de NaHCO_3). A solução de ácido ascórbico foi preparada imediatamente antes do uso, utilizando-se 50 mg de ácido L-ascórbico dissolvidos em 50 mL da solução de extração. A titulação foi realizada com DCPIP até que uma coloração rósea clara persistisse por tempo igual ou superior a cinco segundos. Os resultados foram expressos em mg/g de amostra.

O preparo da amostra para os teores de carboidratos totais e redutores seguiram a mesma metodologia, onde foram pesados 0,5g de amostra diluídas em 40 mL de água destilada. A mistura foi agitada em vórtex por 2 min, e sonicada no banho ultrassônico por 10 min à 65 °C. Em seguida, foram agitadas por mais 2 min, filtradas e o volume no balão de 50 mL foi completado.

A metodologia (14) foi utilizada para açúcares totais, onde em tubos de 8 mL foram colocadas 1 mL da amostra e em seguida 2 mL de antrona. Agitou-se em vórtex, seguido de banho-maria por 8 min à 100 °C. Após resfriamento, foi realizada a leitura em espectrofotômetro UV-vis a uma absorbância de 620nm.

Para açúcares redutores (15), em tubos de 8 mL foram colocados 1 mL da amostra e na sequência adicionados 3 mL de DNS. Agitou-se em vórtex e levou-se ao banho-maria por 15 min à 100 °C. Após, foram adicionados 2 mL de tartarato de sódio e potássio à 20%, fez-se nova agitação, aguardou-se esfriar e foi realizada a leitura em espectrofotômetro UV-vis à 540nm. Os teores de açúcares não redutores foram calculados por diferença.

TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados representam médias e desvios padrões, com experimentos inteiramente casualizados (DIC).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de umidade da polpa de jenipapo foi de 80,78 g/100g (Tabela 1), sendo semelhante aos valores observados por Hamacek *et al.* (8) que registraram 80,42 g/100g na polpa de jenipapo. No entanto, foi superior aos 73,80 g/100g, 74,00 g/100g e 70,00 g/100g encontrados por (16, 17, 18) respectivamente. Altos teores de umidade, combinado com a fragilidade da casca do fruto, torna o jenipapo suscetível à deterioração, que pode ter causas enzimáticas e/ou microbiológicas. Por isso, a importância de conservar a polpa sob congelamento ou utilizá-la na elaboração de produtos derivados.

Tabela 3 – Composição físico-química da polpa do jenipapo

Parâmetros	Polpa
Umidade (g/100g)	80,78 ± 0,76

Cinzas (g/100g)	1,13 ± 0,02
SST (%)	16,00 ± 0,58
pH	3,91 ± 0,50
Vit. C (mg/g)	35,29 ± 5,28
Açúcares totais (g/100g)	8,93 ± 0,30
Açúcares redutores (g/100g)	5,72 ± 0,10
Açúcares não redutores (g/100g)	3,27 ± 0,25

Fonte: Autores

O teor de cinzas de 1,13 g/100g foi superior à média de 0,71 g/100g encontrada por (17), mas ficou dentro da faixa de 1,2 g/100g descrita por (16). Esse parâmetro sugere, indiretamente, a presença de minerais na composição nutricional do jenipapo. Sendo importante destacar que o valor de cinzas encontrado nesse estudo está dentro da faixa considerada aceitável para frutas, que varia de 0,3 g/100g a 2,1 g/100g.

Em relação ao teor de sólidos solúveis totais, foi observada uma média de 16,00%, valor inferior aos 18,34%, 18,49% e 16,99% relatados por (16,17,18), respectivamente. Essa diferença no teor de sólidos solúveis totais entre este estudo e os experimentos anteriores pode ser atribuída à diferença no estágio de maturação dos frutos quando foram analisados. Esse parâmetro é um indicador dos açúcares totais presentes nos frutos e pode fornecer informações sobre o grau de maturação deles. Portanto, a sua medição é de grande importância tanto para avaliar o consumo da fruta *in natura* quanto para o processamento, já que níveis mais elevados de sólidos solúveis totais contribuem para um melhor sabor e maior rendimento na elaboração de produtos à base dessa fruta (19, 16).

O valor do pH encontrado na polpa do jenipapo pode ser comparável aos resultados apresentados por outros estudos, como o (15), que registrou um pH de 3,60; (21), que encontraram um valor de 3,52 e (18), que relataram uma média de 3,42. Embora baixos valores de pH não sejam desejáveis para o consumo direto da fruta, eles são considerados um atributo de qualidade de acordo com a legislação, pois ajudam a preservar a polpa ao inibir o crescimento de certos microrganismos (17).

O teor de vitamina C encontrado neste estudo, que foi de 35,29 mg/100g, foi superior aos 21,3 mg/100g observados por (22). A vitamina C é conhecida por suas propriedades antioxidantes, atuando como agente redutor e doador de elétrons, o que ajuda a proteger o organismo contra os danos causados pelos radicais livres. Além disso, desempenha um papel significativo em várias reações bioquímicas, especialmente como cofator enzimático, e tem a capacidade de melhorar a absorção de ferro, pois converte o ferro férrico (Fe^{3+}) em ferro ferroso (Fe^{2+}) (23,24).

Os açúcares presentes nas frutas exercem um papel significativo na interação das moléculas de água com as diferentes ramificações de sacarose, glicose e frutose, devido à sua polaridade. É relevante observar que os açúcares redutores podem desempenhar um papel fundamental na capacidade de fermentação e na higroscopicidade da amostra, sendo essenciais para assegurar a estabilidade do produto desenvolvido (25, 26). Os valores

encontrados no trabalho foram de 8,93 para açúcares totais, 5,72 para açúcares redutores e 3,27 para não redutores.

CONCLUSÕES

As características físico-químicas da polpa do jenipapo indicam um potencial tanto para o seu consumo *in natura*, na elaboração de sucos da polpa ou podem ser incluídas na formulação de outros produtos. A composição físico-química indica que este produto pode ser mais utilizado e valorizado no mercado de alimentos, aumentando a produção e aproveitamento dos frutos, criando assim uma cadeia de produção inovadora, rentável, saudável e sustentável.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Campus III – Bananeiras, conjuntamente ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia Agroalimentar por todo apoio prestado para o desenvolvimento dessa pesquisa.

À Fundação de Apoio a Pesquisa da Paraíba – FAPESQ e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – pelo investimento financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Schiassi MCEV, Souza VR de, Lago AMT, Campos LG, Queiroz F. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. *Food Chemistry*. 2018 Apr;245:305–11.
2. Silva AVC, Ledo AS, Silva Junior JF. Descritores para o jenipapeiro (*Genipa americana* L.). 2020.
3. da Silva Sousa C, Silva SA, de Souza Hansen D, Fonseca AAO. Correlações entre caracteres físicos e químicos de jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano. *Revista Brasileira de Biociências*. 2007;5(S2):270-272.
4. de Sousa Bentes A. Compostos bioativos de jenipapo, laranja e manga: composição e desenvolvimento de métodos de extração [dissertação de doutorado]. [sn], 2014.
5. Figueiredo R, et al. Características físicas e químicas do jenipapo. *Abril* 1986;4:421–428.

6. da Silva AP, de Lima CLC, Vieites RL. Caracterização química e física do jenipapo (*Genipa americana* L.) armazenado. *Scientia Agricola*. 1998;55:29-34.
7. de Assis RC, Monteiro GR, Valentim AB, Maia CSC, da Silva Felipe SM, Rabelo CAF, et al. Biological properties of bioactive compounds from the fruit and leaves of the jenipap tree (*Genipa americana* L.): A systematic review. *Food Bioscience*. 2023;102514.
8. Hamacek FR, Moreira AVB, Martino HSD, Ribeiro SMR, Pinheiro-Sant'Ana HM. Valor nutricional, caracterização física e físico-química de jenipapo (*Genipa americana* L.) do Cerrado de Minas Gerais. Available from: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/17692>. 2013.
9. Carmo R, Gabrielly Rossi Monteiro, Ashley Brito Valentim, Soraya C, Felipe S, Freitas A, et al. Biological properties of bioactive compounds from the fruit and leaves of the jenipap tree (*Genipa americana* L.): A systematic review. *Food Bioscience*. 2023 Jun 1;53:102514–4.
10. Bailão EFLC, Devilla IA, da Conceição EC, Borges LL. Bioactive compounds found in Brazilian Cerrado fruits. *International Journal of Molecular Sciences*. 2015;16(10):23760-23783.
11. de Carvalho AT, Paes MM, Cunha MS, Brandão GC, Mapeli AM, Rescia VC, et al. Ethnopharmacology of Fruit Plants: A Literature Review on the Toxicological, Phytochemical, Cultural Aspects, and a Mechanistic Approach to the Pharmacological Effects of Four Widely Used Species. *Molecules*. 2020 Aug 26;25(17):3879.
12. Nunes RC, et al. Qualidade Química de Frutos *in natura* De Jenipapo. *Semana de Agronomia da UESB (SEAGRUS)*. 2020;2(1).
13. IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, v. 1. 3ª ed. São Paulo, 1985.
14. Yemn EW, Willis AJ. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone.
15. Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*. 1959;31(3):426-428.

16. Santos R. Caracterização de jenipapeiros (*Genipa americana* L.) em Cruz das Almas–BA [dissertação de mestrado]. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) -Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2001.
17. Souza CN. Características físicas, físico-químicas e químicas de três tipos de jenipapos (*Genipa americana* L.) [dissertação de mestrado]. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.
18. Pacheco P, et al. Composição centesimal, compostos bioativos e parâmetros físico-químicos do jenipapo (*Genipa americana* L.) in natura. *Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde*. 2014;9(4):1041-1054.
19. Hansen DDS, Silva SA, Fonseca AAO, Hansen OADS, França NO. Caracterização química de frutos de jenipapeiros nativos do Recôncavo Baiano visando ao consumo natural e industrialização. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2003;30:964-969.
20. Araújo JL. Propriedades termofísicas da polpa do cupuaçu [dissertação de mestrado]. Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2001.
21. Fonseca AAO, et al. Caracterização física, química e físico-química de 12 genótipos de jenipapeiros de Recôncavo Baiano. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2, 2003, Porto Seguro. Anais... Porto Seguro: SBMP, 2003.
22. Muniz AVCS, Júnior-Silva JF, Santos SH. Jenipapo. Aracaju-SE: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros; 2009.
23. Vannucchi H, Rocha MM. Ácido ascórbico (vitamina C). São Paulo: International Life Sciences Institute do Brasil; 2012.
24. Chakraborty A, Ramani P, Sherlin HJ, Premkumar P, Natesan A. Antioxidant and pro-oxidant activity of Vitamin C in oral environment. *Indian J Dent Res*. 2014;25:499-504.
25. Borges KC. Estudo das características físico-químicas e funcionalidade de bagaços de frutas tropicais desidratados em leito de jorro [dissertação de mestrado]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2011.
26. Oliveira GS, Costa JMC da, Afonso MRA. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. *Rev Bras Eng Agríc Ambient*. 2014;18(10):1059-1064.

SECAGEM CONVECTIVA E PROPRIEDADES FÍSICAS DE EXTRATOS DO ENDOSPERMA DAS SEMENTES DE CAROLINA

Raphaela Maceió da Silva¹; Alexandre José de Melo Queiroz²; Rossana Maria Feitosa de Figueirêdo²; Rodrigo Leite Moura³; Pedro Francisco do Rego Junior⁴

¹Docente do Programa Educação de Jovens e Adultos do Campo – EJA CAMPO – Gerencia Regional do Agreste Meridional; E-mail: raphaelamaceio05@gmail.com

²Docentes/pesquisadores do Depto. de Engenharia Agrícola – CTRN – UFCG.

³Docente Agroindústria/Alimentos – IFAL *Campus* Piranhas.

⁴Estudante do Curso de Engenharia de Produção – IFCE *Campus* Quixadá.

Resumo: A espécie *Adenanthera pavonina* L., é popularmente conhecida no Brasil como Carolina e suas sementes por apresentarem endosperma gomoso e espesso vem sendo estudadas como fonte de extração de galactomananas, polissacarídeos, que podem ser utilizados como aditivos. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi elucidar e conhecer a cinética e a modelagem matemática do processo de secagem do extrato do endosperma das sementes de Carolina nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, avaliando-se as propriedades físicas dos pós obtidos nestas temperaturas. A secagem foi realizada em uma estufa com circulação forçada de ar a uma velocidade de 1,0 m/s, nas diferentes temperaturas citadas e por períodos específicos até alcançar uma massa constante. Dez modelos foram ajustados aos dados experimentais referentes à perda de água no parâmetro razão do teor de água para obtenção das curvas de secagem. Os extratos em pó do endosperma das sementes de Carolina produzidos nas três temperaturas de secagem foram caracterizados, em triplicata, quanto aos seguintes parâmetros físicos: teor de água, atividade de água, cor, densidades aparente, compactada e absoluta, índice de Carr, fator de Hausner, ângulo de repouso, porosidade e rendimento. O modelo de Midilli foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais das cinéticas de secagem. Com o aumento da temperatura ocorreram reduções no teor e na atividade de água. Percebe-se que o aumento da temperatura de secagem ocasionou variações tendendo ao aumento dos valores médios dos parâmetros cor, croma, densidades aparente, compactada e absoluta, índice de Carr, fator de Hausner, ângulo de repouso e porosidade; com maior rendimento encontrado na temperatura de 60 °C. Os extratos em pó avaliados nesta pesquisa evidenciam uma forma de aproveitamento tecnológico para as sementes de Carolina, favorecendo a obtenção de um novo ingrediente, com propriedades físicas satisfatórias, que poderá ser utilizado pela indústria na formulação de produtos alimentícios diante de estudos complementares.

Palavras-chave: *Adenanthera pavonina*; cinética de secagem; modelagem matemática; fluidez; coesividade

INTRODUÇÃO

A espécie conhecida como *Adenanthera pavonina* L., pertence à família Leguminosae (Fabaceae), subfamília Mimosoideae, uma planta nativa da Ásia e África

tropical, que no Brasil é popularmente chamada de Carolina, vem sendo estudada como fonte de extração de galactomananas pelo fato de suas sementes apresentarem endosperma gomoso e espesso, rico em polissacarídeos (1).

As três principais galactomananas utilizadas comercialmente em indústrias de alimentos são: goma guar (*Cyamopsis tetragonobus*); goma tara (*Caesalpinia spinosa*) e goma de feijão alfarroba (*Ceratonina siliqua*) (2, 3). Outras galactomananas comercialmente conhecidas são a goma extraída de *Cassia tora* (4) e a de feno-grego (*Trigonella foenum-graecum*) comercializada em menor escala, assim como aquela extraída das sementes de algaroba (*Prosopis juliflora*) (5).

O uso de gomas vegetais tem ganhado destaque nas formulações alimentícias devido à busca de uma alimentação saudável. Desta forma, são necessários estudos para a obtenção de novos extratos a partir de matérias-primas e espécies vegetais pouco exploradas ou até mesmo desconhecidas, que poderão se tornar disponíveis no mercado de produtos naturais. A secagem é uma forma de conservação, que consiste em reduzir o teor de água do produto e, conseqüentemente, a sua atividade de água, com o objetivo de inibir o crescimento microbiano responsável pela deterioração, além de facilitar o transporte e o armazenamento do produto seco (6). Desta maneira, a cinética e a modelagem matemática são ferramentas importantes na otimização deste processo (7).

Na literatura não são relatados estudos sobre a secagem de extrato do endosperma das sementes de Carolina ou o efeito da temperatura sobre sua caracterização física e ou química. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi elucidar e conhecer a cinética e a modelagem matemática do processo de secagem do extrato do endosperma das sementes de Carolina nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, avaliando-se as propriedades físicas dos pós obtidos nas temperaturas especificadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). As vagens com as sementes de Carolina (*Adenanthera pavonina* L.), foram coletadas manualmente, de árvores existentes no Campus Campina Grande da UFCG e em seguida foram separadas também de forma manual, as sementes das vagens, que passaram por um processo de seleção com o intuito de obter homogeneidade. Após a seleção, foram lavadas em água corrente para retirar as sujidades e sanitizadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm por 10 min. Posteriormente, as sementes foram novamente lavadas em água corrente para retirar o excesso de solução clorada e dispostas em peneiras, distribuídas ao longo das bancadas laboratoriais, em temperatura ambiente para eliminar o excesso de água. Na Figura 1 tem-se as etapas do processamento das vagens de Carolina.



Figura 1 – Fluxograma do processamento das sementes de carolina

A obtenção do extrato do endosperma das sementes de Carolina foi baseada na metodologia de Cerqueira et al. (8) com modificações. Foi realizada a secagem do extrato do endosperma das sementes em estufa com circulação forçada de ar nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. O extrato do endosperma foi distribuído em placas de petri (150 x 25 mm), em triplicata, que foram levadas para a estufa nas diferentes temperaturas. O acompanhamento das pesagens realizadas para monitorar a perda de massa das placas de petri com o extrato do endosperma foi realizado em balança semianalítica até atingir o equilíbrio (massa constante) e foram calculados os teores de água inicial e final, durante as secagens. As curvas da cinética de secagem foram obtidas pela conversão dos dados referentes à perda de água no parâmetro razão do teor de água (RX) do extrato do endosperma, para as diferentes temperaturas de secagem, que foi calculado por meio da Equação 1:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad (1)$$

Em que: RX - razão do teor de água (adimensional); X_e - teor de água de equilíbrio (base seca); X - teor de água (base seca); X_i - teor de água inicial (base seca).

Na Tabela 1 estão descritos os diferentes modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem.

Tabela 1 - Modelos matemáticos ajustados às cinéticas de secagem do extrato do endosperma das sementes de Carolina

Designação do modelo	Modelo matemático	Equação
Logarítmico	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + c$	(2)
Page	$RX = \exp(-k \cdot t^n)$	(3)
Henderson e Pabis	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t)$	(4)
Midilli	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$	(5)
Wang e Sing	$RX = 1 + a \cdot t + b \cdot t^2$	(6)
Newton	$RX = \exp(-k \cdot t)$	(7)
Henderson e Pabis modificado	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + b \cdot \exp(-k \cdot t) + \exp(-k \cdot t)$	(8)
Aproximação da difusão	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \cdot \exp(-k \cdot b \cdot t)$	(9)
Verma	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1 - a) \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$	(10)
Dois Termos	$RX = a \cdot \exp(-k_0 \cdot t) + b \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$	(11)

Onde: RX - razão do teor de água (adimensional); t - tempo de secagem (min); k - constante de secagem; a, b, c e n - coeficientes dos modelos.

Para o ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais, foi realizada análise de regressão não linear, pelo método Quase-Newton, empregando-se o programa computacional Statistica 7.0. O critério da escolha do melhor modelo foi de acordo com o maior valor do coeficiente de determinação (R^2), o menor desvio quadrático médio (DQM) (Equação 12) e o menor qui-quadrado (χ^2) (Equação 13).

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum (RX_{pred} - RX_{exp})^2}{N}} \quad (12)$$

Em que: DQM - Desvio quadrático médio; RX_{pred} - razão do teor de água predito pelo modelo; RX_{exp} - razão do teor de água experimental; N - número de observações realizadas.

$$\chi^2 = \frac{1}{N-n} \sum_{i=1}^N (RX_{exp} - RX_{pred})^2 \quad (13)$$

Em que: χ^2 - qui-quadrado; RX_{pred} - razão do teor de água predita do modelo; RX_{exp} - razão do teor de água experimental; N - número de observações; n - número de constantes do modelo.

Os extratos em pó do endosperma das sementes de Carolina produzidos nas diferentes temperaturas de secagem foram caracterizados, em triplicata, quanto aos seguintes parâmetros físicos: teor de água, atividade de água, cor, densidades aparente, compactada e absoluta, índice de Carr, fator de Hausner, ângulo de repouso, porosidade e rendimento.

O teor de água foi determinado em estufa a 105 °C até massa constante, conforme a metodologia descrita pela AOAC (9), com os resultados expressos em porcentagem (%). A atividade de água (a_w) foi determinada por medida direta das amostras em medidor Aqualab (modelo 3TE, Decagon Devices) na temperatura de 25 °C. Os parâmetros de cor foram determinados por leitura direta em espectrofotômetro (colorímetro) portátil MiniScan HunterLab XE Plus modelo 4500L, com padrão de iluminação D65/10° no sistema de leitura CIELab, determinando-se os seguintes parâmetros: L^* - luminosidade; a^* - transição da cor verde ($-a^*$) para o vermelho ($+a^*$); e b^* - transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b^*$). A partir dos valores de a^* e b^* foram calculados os valores de croma ou saturação da cor (C^*) e o ângulo de tonalidade (h), de acordo com as Equações 14 e 15:

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0,5} \quad (14)$$

$$h = \arctg (b^*/a^*) \quad (15)$$

A densidade absoluta dos extratos em pó foi determinada na temperatura de 25 °C, utilizando-se tolueno, consistindo na medida da massa em relação ao volume da amostra por meio de um picnômetro, de acordo com a metodologia descrita por Souza et al. (10). A densidade aparente foi determinada com base no método descrito por Caparino et al. (11), com adaptações, onde a amostra em pó foi pesada em uma proveta graduada de volume conhecido sem compactação, que foi pesada antes e após o preenchimento com a amostra, para determinação da relação entre a massa e volume ocupado pelo pó. A densidade compactada, conforme Tonon et al. (12), em que a amostra foi transferida para uma proveta,

seguindo-se a compactação do pó pelo batimento da proveta 50 vezes sobre a bancada, calculando-se a relação massa e volume.

O Fator de Hausner (FH) foi quantificado segundo a metodologia de Hausner (13); o Índice de Carr (IC), determinado conforme Carr (14); o ângulo de repouso estático, com base na metodologia de Aulton (15), onde um funil acoplado a um suporte universal com uma distância padronizada entre o orifício de descarga do funil e a superfície, o pó escoado pelo funil e a altura e diâmetro da pilha formada foram determinados com um paquímetro digital, sendo o ângulo determinado pelo arco-tangente de duas vezes a altura da pilha em relação ao seu diâmetro. A porosidade seguiu a metodologia descrita por Krokida e Maroulis (16) e o rendimento em massa dos extratos em pó foi quantificado conforme a Equação 16:

$$R = \frac{M_f \times 100}{M_i} \quad (16)$$

Onde: R - rendimento (% m/m); M_f - massa final do produto em pó (g); M_i - massa inicial do produto antes da secagem (g).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresentam-se os parâmetros dos ajustes dos modelos matemáticos aos dados experimentais da cinética de secagem do extrato do endosperma das sementes de Carolina, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, com os respectivos coeficientes de determinação (R^2), os desvios quadráticos médios (DQM) e os valores do qui-quadrado (χ^2).

Observa-se que o modelo de Midilli foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais para a secagem dos extratos em todas as temperaturas avaliadas, apresentando os maiores coeficientes de determinação (R^2), que variaram de 0,9986 a 0,9989, os menores desvios quadráticos médios (DQM), que variaram de 0,0004 a 0,0010 e os menores valores de qui quadrado (χ^2), que variaram de 0,0003 a 0,0005, indicando que o citado modelo representou satisfatoriamente o processo de secagem pesquisado.

Tabela 1 – Parâmetros dos ajustes dos diferentes modelos matemáticos às curvas de secagem do extrato do endosperma de sementes de Carolina e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2), desvios quadráticos médios (DQM) e qui-quadrado (χ^2)

Midilli							
T (°C)	a	k	n	b	R^2	DQM	χ^2
50	0,98996	0,00864	1,13090	-0,00167	0,9986	0,0005	0,0003
60	0,98636	0,00143	1,62113	-0,00034	0,9977	0,0010	0,0005
70	1,00411	0,01276	1,17680	-0,00029	0,9989	0,0004	0,0003
Page							
T (°C)	k		n	R^2	DQM	χ^2	
50	0,00497		1,35044	0,9907	0,0036	0,0017	
60	0,00140		1,64789	0,9967	0,0015	0,0007	
70	0,01060		1,23810	0,9984	0,0007	0,0004	
Henderson e Pabis							
T (°C)	a	k		R^2	DQM	χ^2	
50	1,06338	0,02088		0,9706	0,0114	0,0055	
60	1,11571	0,02012		0,9520	0,0209	0,0094	
70	1,06132	0,02731		0,9904	0,0039	0,0022	
Wang e Sing							
T (°C)	a	b		R^2	DQM	χ^2	

50	-0,01440		0,00005	0,9860	0,0004	0,0002	
60	-0,01261		0,00003	0,9860	0,0061	0,0028	
70	-0,01941		0,00010	0,9966	0,0014	0,0008	
Newton							
T (°C)	k			R²	DQM	χ²	
50	0,01941			0,9638	0,0141	0,0069	
60	0,01765			0,9307	0,0302	0,0140	
70	0,02559			0,9853	0,0059	0,0035	
Logarítmico							
T (°C)	a	k	c	R²	DQM	χ²	
50	1,53511	0,01000	-0,53038	0,9984	0,0006	0,0003	
60	1,81287	0,00823	-0,76198	0,9886	0,0050	0,0023	
70	1,14730	0,02157	-0,11391	0,9974	0,0010	0,0006	
Henderson e Pabis modificado							
T (°C)	a	k	b	R²	DQM	χ²	
50	0,031689	0,020880	0,031689	0,9706	0,0105	0,0055	
60	0,057855	0,020118	0,057855	0,9520	0,0209	0,0094	
70	0,030659	0,027307	0,030659	0,9904	0,0039	0,0022	
Aproximação da difusão							
T (°C)	a	k	b	R²	DQM	χ²	
50	-167,137	0,037586	0,995406	0,9898	0,0039	0,0019	
60	-275,568	0,041107	0,996187	0,9930	0,0031	0,0014	
70	-113,603	0,045671	0,994103	0,9983	0,0007	0,0004	
Verma							
T (°C)	a	k	k₁	R²	DQM	χ²	
50	-16,5345	0,038456	0,036746	0,9898	0,0040	0,0019	
60	-33,4489	0,041788	0,040505	0,9930	0,0031	0,0014	
70	0,022306	0,025593	0,025593	0,9853	0,0059	0,0035	
Dois Termos							
T (°C)	a	k₀	b	k₁	R²	DQM	χ²
50	0,531825	0,020880	0,531553	0,020880	0,9632	0,0114	0,0055
60	0,557845	0,020117	0,557864	0,020118	0,9300	0,0209	0,0094
70	0,530648	0,027307	0,530670	0,027307	0,9904	0,0039	0,0022

Os demais modelos também apresentaram bons ajustes aos dados experimentais da secagem, com coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,92, desvios quadráticos médios (DQM) abaixo de 0,04 e qui quadrado (χ^2) abaixo de 0,02, indicando que podem ser utilizados para predição da cinética de secagem do extrato do endosperma das sementes de Carolina nas temperaturas analisadas.

O modelo de Midilli, também apresentou bons ajustes aos dados experimentais de secagem de feijão Adzuki, quando secado em secador experimental nas temperaturas de 30, 40, 50, 60 e 70 °C (17); grãos de pinhão-manso, quando secados em estufa de circulação de ar nas temperaturas de 45, 60, 75 e 90 °C (18), polpa de carambola, quando seca em secador descontínuo de bandejas nas temperaturas de 40, 50 e 60 °C (19).

Com relação ao parâmetro “k” (constante de secagem) dos modelos de Midilli, Page, Henderson e Pabis, Newton, Logarítmico, Henderson e Pabis modificado e Aproximação da difusão, verificou-se que houve aumento entre a temperatura de 50 e 70 °C. O mesmo foi observado por Diógenes et al. (20) que verificaram que o valor de k dos modelos de Aproximação da difusão, Exponencial dois termos, Henderson e Pabis, Logarítmico e Page aumentou com o aumento da temperatura (40, 50, 60, 70 e 80 °C) na secagem de grãos de abóbora; e por Faria et al. (21) que verificaram que o valor de k dos modelos de Page, Midilli,

Henderson e Pabis modificado, Aproximação da difusão, Dois termos, Exponencial dois termos, Logarítmico, Verma, Newton, Thompson e Wang e Sing aumentou com o aumento da temperatura (30, 40, 50, 60 e 70 °C) quando secaram sementes de crambe. Corrêa et al. (22) e Brooker et al. (23) afirmaram que o parâmetro k tende a aumentar com o aumento da temperatura de secagem, dessa forma, as maiores temperaturas estão relacionadas as maiores taxas de secagem, resultando em menor tempo de exposição do produto ao ar de secagem.

O parâmetro “ n ” está relacionado à resistência interna do material à secagem, prevista no modelo de Page (24). Observou-se para o modelo de Page que na temperatura de 70 °C o valor de “ n ” foi menor que nas outras temperaturas, indicando menor resistência interna do material. Jittanit (25) verificou que o parâmetro “ n ” diminuiu com a elevação da temperatura de secagem de sementes de abóbora.

Na Figura 2 estão representadas as curvas ajustadas pelo modelo de Midilli aos dados experimentais da cinética de secagem do extrato do endosperma das sementes de Carolina nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Os tempos médios para completar o processo de secagem foram de 300, 240 e 180 min., para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C, respectivamente. A diminuição do tempo de secagem com o aumento da temperatura foi também verificada por Rafiee et al. (26) na secagem de grãos de soja nas temperaturas de 30, 40, 50, 60 e 70 °C; por Siqueira et al. (18) na secagem de sementes de pinhão manso, nas temperaturas de 45, 60, 75, 90 e 105 °C; e por Silva et al. (27) na secagem de sementes de algaroba nas temperaturas de 25, 35, 45 e 55 °C.

Verifica-se que o comportamento das curvas a 50 e 60 °C foi consideravelmente similar, com pequenas diferenças, enquanto a curva a 70 °C demonstrou uma secagem mais rápida em comparação as demais temperaturas.

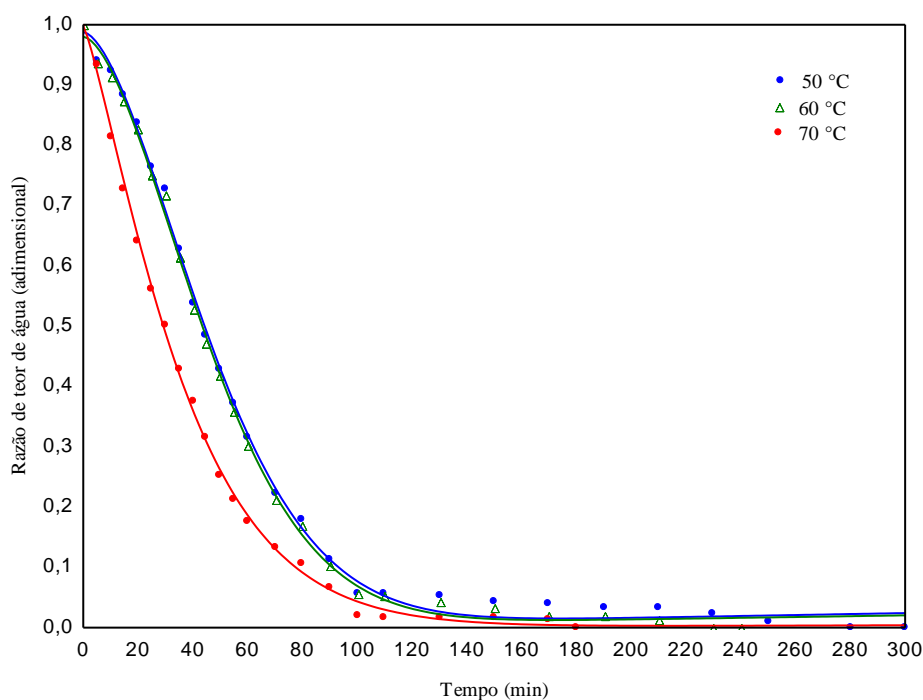


Figura 2 - Curvas da cinética de secagem do extrato do endosperma das sementes de Carolina, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, ajustadas pelo modelo de Midilli

Na Tabela 2 estão os valores médios da caracterização física dos extratos em pó do endosperma das sementes de Carolina obtidos nas secagens a 50, 60 e 70 °C.

Tabela 2 – Valores médios e desvios padrão da caracterização física dos extratos em pó do endosperma das sementes de Carolina nas diferentes temperaturas de secagem

Parâmetro	Extratos em pó		
	50 °C	60 °C	70 °C
Teor de água (% b.u.)	7,65±0,06 a	6,50±0,11 b	3,56±0,04 c
Atividade de água (25 °C)	0,476±0,002 a	0,342±0,000 b	0,324±0,00 c
Luminosidade (L*)	59,21±0,03 a	49,11±0,06 c	58,50±0,21 b
Intensidade de vermelho (+a*)	11,32±0,07 a	6,10±0,03 c	11,11±0,09 b
Intensidade de amarelo (+b*)	37,61± 0,36 a	30,91±0,02 c	36,34±0,20 b
Croma (C*)	39,28±0,36 a	31,50±0,03 c	38,00±0,21 b
Ângulo de tonalidade (°)	73,24±0,05 b	78,83±0,05 a	73,00±0,08 c
Densidade aparente (g/cm ³)	0,41±0,00 c	0,50±0,00 b	0,53±0,00 a
Densidade compactada (g/cm ³)	0,51±0,00 c	0,63±0,00 b	0,67±0,00 a
Densidade absoluta (g/cm ³)	1,00±0,00 c	1,01±0,01 b	1,05±0,01 a
Índice de Carr (%)	22,00±0,00 c	25,12±0,06 b	27,67±0,00 a
Fator de Hausner	1,22±0,00 c	1,25±0,00 b	1,27±0,00 a
Ângulo de repouso (°)	10,74±0,26 c	11,77±0,00 b	12,17±0,03 a
Porosidade (%)	40,00±0,00 c	49,65±0,26 b	50,76± 0,25 a
Rendimento (%)	13,23±0,12 b	16,00±0,01 a	8,47±0,01 c

As médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O teor de água (% b.u.) dos extratos em pó do endosperma das sementes de Carolina variou de 3,56 a 7,65%, diferindo estatisticamente entre si. Constata-se que com o aumento da temperatura de secagem ocorreu redução do teor de água. Valores próximos foram obtidos para goma locusta, goma guar e goma tara, com 6,41; 8,90; 7,81%, respectivamente (28, 29). Segundo Mirhosseini e Amid (30), as galactomananas mais comuns que apresentam teores de água menores que 15% são: goma alfarroba, goma tara e goma guar. Para amidos comerciais o limite estabelecido pela legislação brasileira é de no máximo 14% de teor de água (31). Desta forma, o teor de água das amostras está em conformidade com a legislação.

As atividades de água (a_w) variaram de 0,324 a 0,476, diferindo estatisticamente entre si. Nota-se que a a_w diminuiu com o aumento da temperatura. Quanto menor o teor de água da amostra menor é a a_w . Conforme Ribeiro e Seravalli (32), os alimentos são classificados conforme a a_w em três grupos: baixo teor de água (a_w até 0,6); teor de água intermediário (a_w entre 0,6 e 0,9) e alto teor de água (a_w acima de 0,9). Desta forma, a a_w dos pós indica tratar-se de produtos com baixo teor de água. Menores a_w promovem a segurança dos alimentos, uma vez que em $a_w < 0,6$ não se desenvolvem microrganismos e muitos bolores não se multiplicam em a_w inferiores a 0,80 (33).

Verifica-se que a luminosidade (L*) variou de 49,11 a 58,50, diferindo estatisticamente entre si. Para intensidade de vermelho (+a*) houve uma redução na

temperatura de 60 °C, diferindo estatisticamente, das temperaturas de 50 e 70 °C. Para a intensidade de amarelo (+b*), observa-se que na temperatura de 50 °C, tem-se maior valor em relação às temperaturas de 60 e 70 °C, o que pode ser atribuído a temperatura e ao tempo de secagem. Verifica-se que a intensidade de amarelo se sobressai em relação a intensidade de vermelho, indicando a tendência do extrato em pó para este matiz. Na medição da cor em alimentos, o sistema de cor CIELab é o mais utilizado, devido a distribuição uniforme de cores, sendo que a distância entre duas cores diferentes corresponde, aproximadamente, à diferença de cor percebida pelo olho humano (34).

Os dados de croma dos extratos em pó nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, foram de 39,28, 31,50 e 38,00, respectivamente, indicando uma tonalidade mais intensa na amostra secada a 50 °C, com destaque para a intensidade de amarelo. O croma (C*) define a intensidade da cor, assumindo valores próximos a zero para cores neutras e próximas a 60 para cores vivas, ou seja, tonalidades mais intensas (35). Diante desses valores, os extratos em pó apresentaram uma intensidade de cor intermediária. O ângulo hue (h°) atingiu valor mais alto a 60 °C, com 78,83°, valor na região do amarelo, diferindo estatisticamente das demais temperaturas estudadas. O h° indica a tonalidade de cor e assume valor de 0° para a cor vermelha e 90° para a cor amarela (36).

A densidade aparente variou de 0,41 a 0,53 g/cm³, diferindo estatisticamente entre as temperaturas. O maior valor médio foi relatado na temperatura de 70 °C (0,53 g/cm³) e o menor na temperatura de 50 °C (0,41 g/cm³). Percebe-se que o aumento da temperatura de secagem ocasionou o aumento deste parâmetro. Desta forma, quanto mais seca a amostra menor o volume ocupado em relação à massa. Valores inferiores foram encontrados por Gomes et al. (37) para pós de acerola obtidos em secagens a 60, 70 e 80 °C, com valores médios variando entre 0,12 e 0,22 g/cm³; e por Nascimento et al. (38) para lichia em pó obtida por secagem a 70 °C com valor médio de 0,21 g/cm³.

A densidade compactada variou de 0,51 a 0,67 g/cm³, diferindo estatisticamente entre si. O maior valor médio foi observado na temperatura de 70 °C (0,67 g/cm³) e o menor a 50 °C (0,51 g/cm³). Constata-se que o aumento da temperatura ocasionou o aumento da densidade compactada, com valores superiores a densidade aparente, em função da menor proporção de espaços vazios. Valores inferiores foram obtidos por Gomes et al. (37) para a acerola em pó obtida nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C, com médias variando de 0,17 a 0,28 g/cm³; e por Nascimento et al. (38) em pó de lichia obtido na temperatura de 70 °C com média de 0,32 g/cm³.

A densidade absoluta variou de 1,00 a 1,05 g/cm³, diferindo estatisticamente entre si. O maior valor médio foi a 70 °C (1,05 g/cm³) e o menor a 50 °C (1,00 g/cm³). Nota-se que o aumento da temperatura de secagem promoveu aumento do valor médio deste parâmetro. Desta forma, os valores médios encontrados neste trabalho tem valores próximos aos da goma guar e xantana com 1,01 e 1,00 g/cm³, respectivamente (39).

Os índices de Carr (IC) variaram de 22,00% (50 °C) a 27,67% (27,67%), com os valores médios diferindo estatisticamente entre si. Percebe-se que o aumento da temperatura de secagem ocasionou elevação do valor percentual de IC. De acordo com a classificação de Santhalakshmy et al. (40), valores de IC < 15% são atribuídos a materiais cuja fluidez é excelente e quanto menor o IC melhor a fluidez. Nas temperaturas avaliadas, os extratos em pó do apresentaram IC > 15% e por este motivo foram classificados como de fluidez moderada.

Os valores médios para o fator de Hausner (FH) variaram de 1,22 (50 °C) a 1,27 (70 °C), diferindo estatisticamente entre si. Observa-se que o aumento da temperatura de secagem ocasionou o aumento do FH. Segundo Villanova et al. (41), o FH avalia a coesividade do material e valores abaixo de 1,25 estão correlacionados a um bom fluxo. Conforme a classificação de Tze et al. (42), quando $1,0 < FH < 1,1$ o pó pode ser considerado de escoamento livre (*free flowing powder*). Diante disso, os extratos em pó para as temperaturas de 50 e 60 °C apresentaram valores $\leq 1,25$ e foram classificados como de bom fluxo.

O ângulo de repouso variou de 10,74° (50 °C) a 12,17° (70 °), com os valores médios diferindo estatisticamente entre si. Nota-se que o aumento da temperatura de secagem ocasionou aumento do parâmetro avaliado. De acordo com Bhandari et al. (43), os pós que apresentam ângulo de repouso menor que 45° denotam capacidade de escoamento livre, enquanto acima de 50° podem revelar problemas de escoamento. Logo, como os extratos em pó apresentaram ângulos de repouso menores que 45°, sendo classificados com capacidade de escoamento livre. Allen et al. (44) relataram que vários fatores influenciam o ângulo de repouso, dentre eles, o tamanho das partículas.

Os valores médios da porosidade variaram de 40,00% (50 °C) a 50,76% (70 °C), diferindo estatisticamente entre si. Constata-se que o aumento da temperatura de secagem ocasionou aumento na porosidade. O aumento da temperatura promove a redução do teor de água nas amostras em pó e a associação entre estas condições favorece a diminuição dos espaços porosos, que ocasionam uma maior porosidade. O rendimento variou de 8,47 a 16,00%, com os valores médios diferindo estatisticamente entre si, sendo o maior rendimento encontrado na temperatura de 60 °C. Valores próximos ao maior % de rendimento observado no presente estudo, foram obtidos para galactomananas extraídas das sementes de Carolina (17,1%), de Algaroba (16,3%) e de Flamboyanzinho (*Caesalpinaceae pulcherrima* com 18,22%) (45, 28). Rendimento próximo ao observado para o pó produzido a 70 °C foi encontrado para Flamboyant (*Delonix Regia*) com 7,12% (46).

CONCLUSÕES

No processo de secagem, a modelagem matemática demonstrou bons ajustes ao comportamento dos extratos durante a perda de água, tendo as temperaturas influenciado no teor e na atividade de água. O modelo de Midilli foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais das cinéticas de secagem realizada. Estas promoveram também alterações colorimétricas e nas propriedades físicas dos pós, com fluidez de moderada a boa, que se confirma pelos baixos ângulos de repouso estático. Os extratos em pó avaliados nesta pesquisa evidenciam uma forma de aproveitamento tecnológico para as sementes de Carolina, favorecendo a obtenção de um novo ingrediente, com propriedades físicas satisfatórias, que poderá ser utilizado pela indústria na formulação de produtos alimentícios diante de estudos complementares.

REFERÊNCIAS

1. Lorenzi H, Souza HM, Torres MAV, Bacher LB. Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. 1ª ed. Nova Odessa (SP): Instituto Plantarum; 2003. 368 p.

2. Dea ICM, Morrison A. Chemistry and interactions of seed galactomannans. *Adv Carbohydr Chem Biochem.* 1975;31(1):241-312.
3. Dakia PA, Blecker C, Robert C, Wathelet B, Paquot M. Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment. *Food Hydrocoll.* 2008;22(5):807-818.
4. Srivastava M, Kapoor VP. Seed galactomannans: an overview. *Chem Biodivers.* 2005;2(3):295-317.
5. Figueiredo AA. Extração, identificação e características do polissacarídeo das sementes de algaroba (*Proposis juliflora* DC). *Food Sci Technol.* 1983;3(1):82-89.
6. Guiné R. The drying of foods and its effect on the physical-chemical, sensorial and nutritional properties. *Int J Food Eng.* 2018;2(4):93-100.
7. Inyang UE, Oboh IO, Etuk BR. Kinetic models for drying techniques - food materials. *Adv Chem Eng Sci.* 2018;8(2):27-48.
8. Cerqueira, M. A, Lima, A. M, Souza, B. W. S, Teixeira, J. A, Morreira, R. A, Vicente, A. A. Functional polysaccharides as edible coatings for cheese. *J Agric Food Chem.* 2009;57(4):1456-1462.
9. AOAC Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists. Arlington: Association of Official Analytical Chemists; 2016. (AOAC; 20th ed; Method 934.01).
10. Souza AS, Borges SV, Magalhães NF, Ricardo HV, Cereda MP, Daiuto ER. Influence of spray drying conditions on the physical properties of dried pulp tomato. *Food Sci Technol.* 2004;29(2):291-294.
11. Caparino OA, Tang J, Nindo CI, Sablani SS, Powers JR, Fellman JK. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (*Philippine 'Carabao' var.*) powder. *J Food Eng.* 2012;111(1):135-148.
12. Tonon RV, Brabet C, Hubinger MD. Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí. *Inclusão Social.* 2013;6(2):70-76.
13. Hausner H. Friction conditions in a mass of metal powder. *Int J Powder Metall.* 1967;3(3):7-13.
14. Carr RL. Evaluating flow properties of solids. *Chem Eng.* 1965;72:163-168.
15. Aulton ME. Delineamento de formas farmacêuticas. 2ª ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 2005.
16. Krokida MK, Maroulis ZB. Effect of drying method on shrinkage and porosity. *Dry Technol.* 1997;15(10):2441-2458.
17. Resende O, Ferreira LU, Almeida DP. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem do feijão Adzuki (*Vigna angularis*). *Rev Bras Prod Agroind.* 2010;12(2):171-178.
18. Siqueira VC, Resende O, Chaves TH. Propriedades físicas das sementes de pinhão-mansão durante a secagem. *Semin Ciênc Agrár.* 2012;33(1):2705-2714.
19. Silva RB, Silva FS, Porto AG, Alves AP. Estudo da cinética de secagem de polpa de carambola. *Rev Bras Tecnol Agroind.* 2016;10(2):2069-2080.
20. Diógenes AMG, Queiroz AJM, Figueirêdo RMF, Santos DC. Cinética de secagem de grãos de abóbora. *Rev Caatinga.* 2013;26(1):71-80.
21. Faria RQ, Teixeira IR, Devilla IA, Ascheri DPR, Resende O. Cinética de secagem de sementes de crambe. *Rev Bras Eng Agríc Ambient.* 2012;16(5):573-583.

22. Corrêa PC, Oliveira GHH, Botelho FM, Goneli ALD, Carvalho FM. Modelagem matemática e determinação das propriedades termodinâmicas do café (*Coffea arabica* L.) durante o processo de secagem. Rev Ceres. 2010;57(5):595-601.
23. Brooker DB, Bakker-Arkema FW, Hall CW. Drying and storage of grains and oilseeds. New York: Van Nostrand Reinhold; 1992. 450p.
24. Perez LG, Oliveira FMN. Cinética de secagem da polpa cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) pré desidratada por imersão-impregnação. Rev Ciênc Agron. 2013;44(1):102-106.
25. Jittanit W. Kinetics and temperature dependent moisture diffusivities of pumpkin seeds during drying. Agric Nat Resour. 2011;45(1):147-158.
26. Rafiee SH, Keyhani A, Sharifi M, Jafari A, Mobli H, Tabatabaefar A. Thin layer drying properties of soybean (*Viliamz* Cultivar). J Agric Sci Technol. 2009;11(3):289-300.
27. Silva LA, Cavalcanti-Mata MERM, Duarte MEM, Almeida RD, Paulo FF. Cinética da secagem de grãos de algaroba. Rev Bras Prod Agroind. 2012;14:535-542.
28. Sittikijyothin W, Torres D, Gonçalves MP. Modelling the rheological behavior of galactomannan aqueous solutions. Carbohydr Polym. 2005;59(3):339-350.
29. Azero EG, Andrade CT. Testing procedures for galactomannan purification. Polym Test. 2002;21(5):551-556.
30. Mirhosseini H, Amid BT. A review study on chemical composition and molecular structure of newly plant gum exudates and seed gums. Food Res Int. 2012; 46(1):387-398.
31. Ministério da Saúde (BR). Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF); 1978.
32. Ribeiro EP, Seravalli EAG. Química de alimentos. 2ª ed. São Paulo (SP): Blucher; 2007. 196 p.
33. Uboldi-Eiroa MN. Microbiologia de frutas e hortaliças desidratadas. In: Aguirre JM, Gasparino Filho J. Desidratação de frutas e hortaliças. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos; 1996. p.1-6.
34. Wu D, Sun DW. Colour measurements by computer vision for food quality control - a review. Trends Food Sci Technol. 2013;29(1):5-20.
35. Mendonça K, Jacomino AP, Melhem TX, Kluge RA. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão 'Siciliano'. Brazilian J Food Technol. 2003;6(2):179-183.
36. Alves CCO, Resende JV, Cruvinel RSR, Prado MET. Estabilidade da microestrutura e do teor de carotenoides de pós obtidos da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) liofilizada. Food Sci Technol. 2008;28(4):830-839.
37. Gomes PMA, Figueirêdo RMF, Queiroz AJM. Caracterização e isothermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. Rev Bras Prod Agroind. 2017;4(2):157-165.
38. Nascimento S, Nascimento AC, Filho EDS, Duarte MTL. Dados preliminares da caracterização físico-química do pó de lichia comercializada em Campina Grande, obtido por camada de espuma. In: Anais do 2º Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido; 2017 novembro 08-10; Campina Grande, Paraíba. Campina Grande: Centro de Convenções Raymundo Asfora; 2017.



39. Fellows PJ. Food processing technology: principles and practice. 5th ed. New York: Woodhead Publishing; 2022. 804 p.
40. Santhalakshmy S, Bosco SJD, Francis S, Sabeena M. Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. Powder Technol. 2015;274(1):37-43.
41. Villanova JCO, Lima TH, Patrício PS, Pereira FV, Ayres E. Síntese e caracterização de beads acrílicos preparados por polimerização em suspensão visando aplicação como excipiente farmacêutico para compressão direta. Quím Nova. 2012;35(1):124-131.
42. Tze NL, Han CP, Yusof YA, Ling CN, Talib RA, Taip FS, Aziz MG. Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. Food Sci Biotechnol. 2012; 21:675-682.
43. Bhandari BR, Datta N, D'arcy BR, Rintoul GB. Co-crystallization of honey with sucrose. LWT Food Sci Technol. 1998;31(2):138-142.
44. Allen JLV, Popovich NG, Ansel HC. Farmacotécnica: formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos. 8ª ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 2007. 716 p.
45. Cerqueira MA, Pinheiro AC, Souza BWS, Lima AMP, Ribeiro C, Miranda C, Teixeira JA, Moreira RA, Coimbra, MA, Gonçalves MP, Vicente AA. Extraction, purification and characterization of galactomannans from non-traditional sources. Carbohydr Polym. 2009;75(3):408-414.
46. Alves RC. Caracterização de gomas extraídas de seis tipos de sementes de leguminosas [dissertação de mestrado]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos; 2013. 115 f.

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE OVO DE GALINHA *IN NATURA* POR MEIO DO DIGITAL EGG TESTER: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Rafaela Vasconcellos Vinhas¹; Jonathan Alison da Silva²; Jonathan Mandú de Araújo³

¹Pós Graduada em Auditoria, Qualidade e Vigilância Sanitária em Alimentos - ALPHA
E-mail: rafaelavinhas22@gmail.com,

²Mestrando em Medicina Veterinária – UFRPE,

³Mestrando em Bioquímica e Fisiologia – CCS – UFPE.

Resumo: Este trabalho objetiva observar a crescente demanda nos padrões de qualidade de ovos no Brasil, tendo junto a isso como aporte para conseguir tal feito, o equipamento Digital Egg Tester Det6500 que se mostra a melhor opção do mercado para análises em ovos. Através desse equipamento podemos observar um completo acervo referente aos padrões de qualidade que são: Peso dos Ovos, Resistência da Casca, Espessura da Casca, Altura do Albúmen e Coloração da Gema dos ovos, com isso de forma objetiva e com alta precisão de resultados, o equipamento traz alta confiabilidade de resultados para compor os relatórios ofertados a área de produção da Avicultura de Postura, gerando a melhorias nos processos de controle de qualidade e sanidade animal para que os produtores ofertem cada mais vez ovos de galinha *in natura* no mercado com altos padrões de qualidade e muito frescor, trazendo assim, os níveis de segurança alimentar adequados na mesa dos consumidores finais.

Palavras-chave: casca;det6500;nabel

INTRODUÇÃO

O ovo é um dos alimentos mais completos do mundo em termos nutricionais, sendo rico em nutrientes de extrema relevância para o bom desempenho do organismo humano, a conjuntura de suas vitaminas, gorduras boas, proteínas e sua fácil conservação fazem com que ele seja um produto destaque no hábito de consumo da população, a ascensão da consumação elevada dos ovos no Brasil e no mundo está diretamente ligada com a qualidade do produto ofertado ao consumidor final (1).

No Brasil, temos cinco padrões de qualidade avaliados que são importantíssimos de serem observados, sendo o Peso, Resistência da Casca, Espessura da Casca, Altura do Albúmen e Coloração da Gema, esses padrões confiabilidade do produto são lidos e observados através de um maquinário de origem japonesa para avaliação de qualidade do ovo cujo o nome é Digital Egg Tester DET6500, essa versão deste maquinário é a mais atualizada do mundo em tecnologia para medição de padrões de qualidade do ovo. (1).

O primeiro padrão de qualidade de suma importância comercial e legislativa é o Peso dos Ovos (Wt) que preconiza atenção à margem de peso de cada categoria da legislação vigente, garantindo que não haja lesão ao consumidor final (2).

O segundo padrão de qualidade observado nos ovos comerciais se dá pela Resistência da Casca (Str) e Espessura da Casca (Thk), onde o mercado demanda de uma casca mais grossa, resistente a impactos dos processos de beneficiamento, peso do empilhamento durante o transporte e posteriormente o empilhamento da estocagem, trazendo assim um maior *shelf life* durante todo processo aos ovos, uma vez que trincas ocasionam na deterioração mais rápida do produto (3).

O terceiro padrão de qualidade é a Altura do Albúmen (HU) que tem ligação direta no frescor do alimento, uma vez que um ovo não fresco não apresenta altura e estrutura em sua clara, tendo como característica uma clara mais liquefeita (4).

O último padrão de qualidade que além de ser muito observado durante o controle de qualidade dos ovos, também é muito observado pelos consumidores finais desse produto, a Coloração da Gema (YF) é importante pois comercialmente uma gema alaranjada ganha mais o mercado (5). Isso se dá devido a crença popular que uma gema alaranjada traz mais benefícios à saúde, todavia, nutricionalmente se sabe que isso não tem fundamento científico, uma vez que essa coloração mais alaranjada ou avermelhada é obtida a partir do manejo e formulação nutricional da ração oferecida às aves (5).

Dito isso, considerando as aplicações dos parâmetros de qualidade que são baseados na Unidade Haugh (*Haugh Unit*) e o Índice da Gema (*Yolk Index*) que são as principais bases indicadoras para avaliar a qualidade de ovo, o objetivo final em comum é muito além de só testar a qualidade do ovo e sim realizar testes para se ter como base, para que a longo prazo tenhamos um aumento do *shelf life* do produto em todos seus tipos de cadeias produtivas (6).

METODOLOGIA

Para o levantamento dos artigos, realizou-se uma revisão narrativa da literatura e uma abordagem que descreve e caracteriza os artigos científicos. As bases de dados que foram consultadas foram do Google Academic, Periódicos Capes, *SciELO*, Revistas Científicas, PubVet e Procedimentos internos padronizados da empresa Grupo Ovos Tamago, utilizando palavras-chaves como: “testador digital de ovos”, “ovos de galinha”, “qualidade dos ovos”, “coloração da gema”, “altura do albúmen”, “resistência da casca de ovos de galinha in natura” e do portal legislativo do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Os artigos identificados foram avaliados de forma independente por dois pesquisadores. As discordâncias quanto à inclusão/exclusão foram resolvidas por um terceiro pesquisador. A primeira fase da seleção foi caracterizada pela análise dos títulos e, posteriormente, foi realizada a análise dos resumos. Por último, foi feita a leitura integral dos estudos para verificar os critérios de elegibilidade dos 12 artigos utilizados no que se refere à pertinência e ao atendimento ao tema. Quanto ao critério de exclusão, foi observado a pertinências dos arquivos relacionados ao tema, os que não corroboravam diretamente com a proposta no trabalho não foram elegíveis. Na Tabela 1 é elucidado todos os artigos inclusos nos textos e seus respectivos autores

Tabela 1 – Tabela de referências dos autores e seus respectivos artigos.

Autor e ano	Título do artigo
-------------	------------------

Embrapa, 2020.	Estrutura, padrão fenotípico, constituintes nutricionais e métodos de avaliação de qualidade de ovos de galinhas.
Alleoni ACC., Antunes AJ., 2001.	Unidade <i>Haugh</i> como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração.
Santo AD. et al., 2022.	Diferentes metodologias de tratamento da casca de ovos: impactos sobre a qualidade física e microbiológica de ovos comerciais.
Poletti B., 2019.	Qualidade de albúmen de ovos de poedeiras com idade de postura avançada em sistema de produção orgânico.
Soares BB., 2022.	Estratégia para pigmentação da gema dos ovos utilizando semente de urucum em combinação com feno da folha de leucena ou moringa.
Marçal B., 2021.	Avaliação das ferramentas utilizadas para determinação de cor de gema de ovos comerciais.
Brasil, 2020.	Decreto nº 9.013, de 2017. Riisboa - regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.
Silva RC. Et al., 2017.	Melhoria da produtividade da granja Santa Terezinha no setor de classificação de ovos, com aplicação a automação.
Neto AS. Et al., 2022.	O funcionamento de um entreposto de ovos oriundo da agricultura familiar no município de Juazeiro – Bahia.
Pereira LS., 2021.	Qualidade de ovos de poedeiras marrons provenientes de sistema livre de gaiolas.
Texeira CJS., 2022.	Relação cálcio total/fósforo disponível para galinhas poedeiras leves de 50 a 69 semanas de idade.
Silva SM., 2019.	Uso da farinha de alga <i>Lithothamnium calcareum</i> na dieta de poedeiras comerciais

Fonte: Vinhas RV, 2023.

PROCESSO DE BENEFICIAMENTO E PADRÕES DE QUALIDADE E SEGURANÇA ALIMENTAR.

Com o objetivo que consigamos alimentar a crescente demanda alimentar de ovos de galinha in natura no Brasil são necessários alguns passos para dar início a esse propósito, no caso dos ovos, o primeiro passo é a qualidade da matéria-prima, toda classificação de estabelecimentos que beneficia ovos é responsável por garantir a identidade, a qualidade e a rastreabilidade dos ovos, desde sua obtenção na produção primária até a recepção no estabelecimento, incluído o transporte (7). O ovo de galinha in natura passa por um longo

processo até a chegada da prateleira no mercado, processo esse que se não for bem feito e bem monitorado impacta diretamente na qualidade do produto, trazendo prejuízos ao consumidor (7).

O processo de beneficiamento da matéria prima se inicia após a vinda dos ovos dos galpões, na realidade industrial todos os dias os ovos são coletados para serem processados. A coleta e chegada à Unidade de Beneficiamento de Ovos (UBO) deságua no primeiro processo que atribui qualidade e inocuidade ao ovo, esse processo denomina-se Classificação, onde ocorre a passagem pela Ovoscopia permitindo avaliar majoritariamente a qualidade externa do ovo, neste momento é avaliado presença de sujidades em casca, trincas, quebras, presença de penas ou sangue aderidas na casca do produto (8). A Ovoscopia também é capaz de verificar se há presença de embriões internamente no ovo sem quebrá-los. Todos os ovos considerados impróprios durante esse processo são imediatamente descaracterizados e descartados de forma apropriada (8).



Figura 3 – Ovoscópio industrial
Fonte: Vinhas RV, 2023.

Após a passagem pela Ovoscopia, todos os ovos são classificados por balanças eletrônicas que os classificam por peso de acordo com a legislação vigente. Esse processo é de suma importância que seja bem realizado e monitorado uma vez que se mal realizado traz lesão financeira ao consumidor. Para finalização do processo de beneficiamento, os ovos devem ser embalados, rotulados e encaixotados em embalagens próprias, livres de substâncias que causem malefícios à saúde ou liberem sabor ou odor, a cada lote classificado e embalado deve-se ser retirado uma amostra para análise de *shelf life* que será processada após 21 dias para certificação de atendimento dos padrões mínimos de qualidade estipulados pela Unidade Haugh (*Haugh Unit*) e o Índice da Gema (*Yolk Index*) (9).

FORMA DE UTILIZAÇÃO PRÁTICA DO DIGITAL EGG TESTER NABEL DET 6500 EM OVOS DE GALINHAS IN NATURA.

Antes de utilizar os ovos para realização das análises no equipamento, todos os ovos passam por uma pré-seleção para garantir que nenhum resultado na máquina será impreciso, para realizar o procedimento é necessário Ovoscopiar mais uma vez as amostras para garantir que não há deterioração em casca nem no interior do alimento, na Figura 2 pode-se se observar um ovo próprio para consumo, ao ser exposto a refração de luz o ovo se mantém

claro e límpido no seu interior, na Figura 3 pode-se observa também um ovo impróprio para consumo, seu interior fica escurecido e não podemos observar a parte interna com clareza (9).



Figura 2 – Amostra não deteriorada
Fonte: Vinhas RV, 2023.

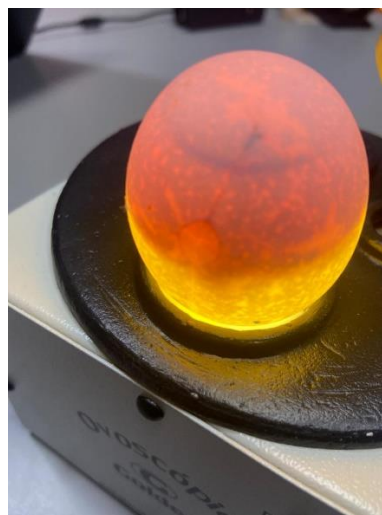


Figura 3 – Amostra deteriorada
Fonte: Vinhas RV, 2023.

O Peso do ovo de galinha *in natura* é o primeiro passo para utilização de fato do equipamento, para se obter um resultado conciso, é necessário observar se o nível do marcador está padronizado, após toda a verificação o maquinário está pronto para receber o ovo posicionado da forma correta como demonstrada na Figura 4 (10).



Figura 4 – Posição correta do ovo de galinha in natura na balança do Digital Egg Tester DET6500.
Fonte: Vinhas RV, 2023.

O passo seguinte de uso é a etapa da Resistência da Casca (Str), a Figura 5 demonstra como o ovo deve ser colocado encostado na parede de inox, será utilizado pela máquina um método de compressão em baixa velocidade, o DET6500 apenas interrompe o processo de compressão a partir do momento que há um leve rompimento na casca, após essa ruptura já podemos observar no visor do equipamento o resultado da resistência do ovo em questão (11).



Figura 5 – Posição correta do ovo de galinha in natura no Compressor de baixa velocidade do Digital Egg Tester DET6500.
Fonte: Vinhas RV, 2023.

No terceiro processo é necessário que haja a cuidadosa quebra do ovo para que não haja rompimento da gema e perda do teste. Como demonstrado na Figura 6, após a quebra, o ovo é disposto em um recipiente transparente do equipamento, onde após apertar um botão

é realizada a mediação dos parâmetros através de um raio laser, neste momento do teste é observado a Altura do Albúmen (HU) e Coloração da Gema (YF), esses dados corroboram para a medição do frescor do produto. Na Figura 7 há uma demonstração de vários tons de gemas, sendo a 1 padrão ruim, a 2 um padrão regular e a 3 um padrão excelente (11).

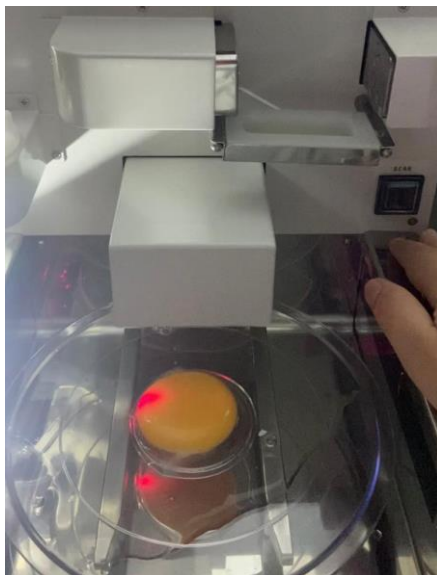


Figura 6 – Posição correta do ovo de galinha in natura no Digital Egg Tester DET6500 no recipiente para leitura a laser dos padrões de qualidade do ovo .
Fonte: Vinhas RV, 2023.



Figura 7 – Níveis de variabilidade de Coloração de Gema
Fonte: Vinhas RV, 2023.

No quarto passo é necessário a utilização da casca do ovo avaliado para realização do teste de Resistência da Casca (Thk), como mostra a Figura 8 é retirado da casca um

pequeno fragmento da parte inferior do ovo, onde é inserido na ponta do medidor de espessura de casca, os resultados do medidor são altamente precisos e esses resultados ajudam a saber como está a saúde da galinha, após a realização de todos os passos elucidados acima pode-se observar no display dos equipamentos os resultados pertinentes as amostras, esses dados servem para compor relatórios de qualidade que são de suma importância para a cadeia produtiva do produto (12).

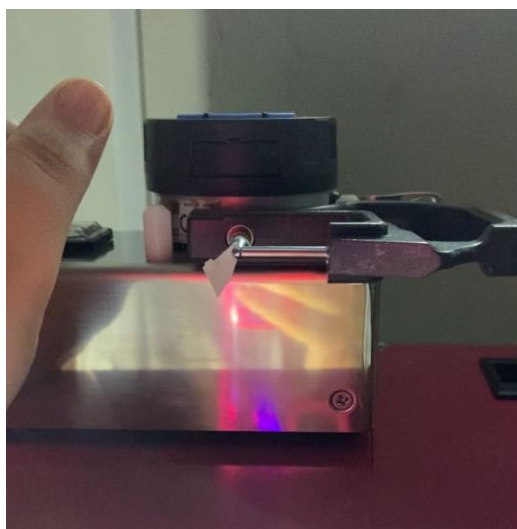


Figura 8 – Posição correta da casca do ovo de galinha in natura no Digital Egg Tester DET6500
Fonte: Vinhas RV, 2023.



Figura 5 – Display de resultado do Digital Egg Tester DET6500.
Fonte: Vinhas RV, 2023.

CONCLUSÕES

Diante os fatos apresentados, conclui-se que o trabalho objetivou-se elucidar o uso assertivo e motivação da necessidade do uso do Digital Egg Tester para a Avicultura de Postura, esclarecendo que o uso do equipamento não só corrobora com o monitoramento contínuo dos parâmetros de qualidade e *shelf-life* dos ovos mas também se torna imprescindível dentro da produção das empresas produtoras desse tipo de alimento, pois apenas através desse maquinário é possível se obter resultados precisos e imediatos.

REFERÊNCIAS

1. Estrutura, padrão fenotípico, constituintes nutricionais e métodos de avaliação de qualidade de ovos de galinhas. - Portal Embrapa [Internet]. www.embrapa.br. [Acesso 2023 out 22]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1129564/estrutura-padrao-fenotipico-constituintes-nutricionais-e-metodos-de-avaliacao-de-qualidade-de-ovos-de-galinhas>
2. Alleoni ACC, Antunes AJ. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. *Scientia Agricola*. 2001 Dec;58(4):681–5.
3. Santo AD, Valentini FDA, Pagnussat H, Lima MD, Mis G, Girardini LK, et al. Diferentes metodologias de tratamento da casca de ovos: impactos sobre a qualidade física e microbiológica de ovos comerciais. Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão (SIEPE) [Internet]. 2022 Nov 10 [Acesso em 2023 Out 22];e31920–0. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/siepe/article/view/31920>.
4. Poletti B. Qualidade de albúmen de ovos de poedeiras com idade de postura avançada em sistema de produção orgânico [Internet]. oasisbr.ibict.br. 2019 [Acesso 2023 Out 22]. Disponível em: https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UFRGS-2_f54642cc152e7e6814032de8c09ed566
5. Soares BB. Estratégia para pigmentação da gema dos ovos utilizando semente de urucum em combinação com feno da folha de leucena ou moringa. [repositorioufcb](http://repositorioufcb.br) [Internet]. 2022; [Acesso 2023 Out 22] Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/69129>
6. Marçal B, Bordigon Da Rosa C, Bonatto G, Pereira L, Krabbe E. Avaliação das ferramentas utilizadas para determinação de cor de gema de ovos comerciais [Internet]. [Acesso 2023 Oct 22]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229121/1/final9838.pdf>
7. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Decreto nº 9.013, de 2017. RIISPOA -Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Perguntas e Respostas. Versão 2, de 19 de Agosto de 2020.
8. Silva RC da, Silva RNA da, Silva YA da, Sousa JMP, Pinto B da S, Rodrigues V dos S. Melhoria da Produtividade da Granja Santa Terezinha no Setor de Classificação de Ovos, Com Aplicação a Automação. *Itegam-jetia* [Internet]. 2017 [Acesso 2023 Out 22];3(10):226–37. Disponível em: <https://www.itegam-jetia.org/journal/index.php/jetia/article/view/236>
9. Neto AS, Pacheco CSGR, Araújo JLP, Neto A de SP, Moura JAG de, Santos FC dos, et al. O funcionamento de um entreposto de ovos oriundo da agricultura familiar no município de Juazeiro - bahia. *Agroecologia: produção e sustentabilidade em pesquisa - Vol 2*



[Internet]. 2022 [Acesso 2023 Out 22];142–54. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220910331.pdf>

10. Pereira LS. Qualidade de ovos de poedeiras marrons provenientes de sistema livre de gaiolas. repositoriobcufgbr [Internet]. 8 dez 2021 [Acesso 22 Out 2023]; Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/11991>

11. Universidade Do Estado De Santa Catarina – UDESC. Centro De Educação Superior Do Oeste -Ceo Programa De Pós-Graduação Em Zootecnia-Ppgzoo. Carlos Jônatas de Sousa Teixeira. Relação cálcio total/fósforo disponível para galinhas poedeiras leves de 50 a 69 semanas de idade. Chapecó 2022 [Internet]. [Acesso 2023 Out 22]. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/000099/00009930.pdf>

12. Silva SM da. Uso da farinha de alga *Lithothamnium calcareum* na dieta de poedeiras comerciais [Internet]. www.teses.usp.br. 2019 [Acesso 2023 Out 22]. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10135/tde-27062019-150244/pt-br.php>

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DA CASCA DE NÊSPERA (*Eriobotrya japonica* L.)

Stefanny Biu da Silva Costa¹; Jamylle alves Araújo², Maria Eduarda Garcia Pires Barros³; Aline Maria Trindade da Silva⁴ ; Suzana Pedroza da Silva⁵

1 Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPE
E-mail: stefannyengenharia@gmail.com

2 Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPE
E-mail: jamylle.alvesaraujo@gmail.com

3 Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPE
E-mail: eduardagarciaa05@gmail.com

4 Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPE
E-mail: alineetrindade22@gmail.com

5 Docente pesquisadora do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos –UFAPE
E-mail: suzana.pedroza@ufape.edu.br

Resumo: A nêspera (*Eriobotrya japonica* Lindl.) ou ameixa amarela é uma fruta cítrica que tem sua produção brasileira concentrada no estado de São Paulo. O presente trabalho teve como objetivo a caracterização físico-química da farinha da casca de nêspera para fins de informações científicas referente ao produto, bem como para conhecer seu potencial na indústria alimentícia. A fruta foi obtida através do manejo orgânico no município de Caetés-PE, a farinha da casca de nêspera foi feita através da extração da casca do fruto, secagem em estufa e maceradas com pistilo e almofariz, após a produção as amostras foram estudadas quanto à umidade, cinzas, lipídeos, carboidratos insolúveis, acidez total titulável, atividade de água, pH e sólidos solúveis totais. Todas essas análises foram realizadas em triplicata. Pode-se afirmar que as verificações foram relevantes acerca dos processos fisiológicos e bioquímicos da farinha da fruta, a qual apresentou potencial de aproveitamento na indústria de alimentos, tendo em vista que seus teores de acidez (3,83 g ácido cítrico/g amostra), atividade de água (0,64 a_w) e sólidos solúveis totais (2,3 °Brix) apresentam uma baixa susceptibilidade à contaminação por microrganismos.

Palavras-chave: ameixa amarela; composição química; farináceos; reaproveitamento de subprodutos

INTRODUÇÃO

A nêspera (*Eriobotrya japonica* Lindl.), pertencente à família Rosaceae, é uma fruta cítrica comumente conhecida no Brasil como ameixa-de-inverno ou ameixa amarela. É natural do sudeste da China e se desenvolve em regiões de clima subtropical e temperatura estável em torno de 20 °C (1, 2, 3). É cultivada há mais de 2.000 anos e atualmente é comercializada em mais de 30 países por todo o mundo, incluindo China, Japão, Espanha, Brasil, Turquia e Itália (4).

Os principais países produtores dessa fruta são a China e a Espanha, que produzem, anualmente, 200 mil e 42 mil toneladas, respectivamente (5). No Brasil, é produzido cerca de 2400 toneladas por ano e, apesar de ser um número baixo quando comparado aos

anteriores, o país está entre os maiores produtores de nêspera do mundo. No entanto, sua produção está concentrada no estado de São Paulo e grande parte da sua colheita é consumida na própria região (6, 7), fatores que tornam a fruta pouco conhecida no Brasil.

Sua árvore, denominada nespereira, é considerada uma planta de alto valor nutricional. Os extratos de nêspera, por exemplo, têm sido usados na medicina popular chinesa para o tratamento de algumas doenças, tais como: bronquite crônica, inflamação, diabetes e câncer, conforme registrado pela literatura antiga, como “*Compendium of Materia Medica*” (4).

A nêspera é rica em pectina e possui alto teor de açúcares e teor médio de acidez; além de não conter colesterol na sua polpa fresca, também é composta por vitaminas, minerais e compostos bioativos (8, 9, 10). Os compostos bioativos encontrados no fruto, o torna um alimento funcional, tendo em vista que seu consumo apresentou diversas propriedades benéficas para a saúde, dentre elas: anti-inflamatória, antioxidante, antidiabética, antimicrobiana, antiproliferativa, antiviral, ação inseticida e função neuroprotetora (10, 11, 12, 13, 14).

Pode-se citar os ácidos ursólico e oleanólico como bioativos de destaque na composição química da nêspera, eles são isômeros que tem propriedades antimicrobianas e tornam o fruto potencialmente benéfico para a saúde (15). Todavia, apesar do ácido ursólico se destacar na composição da nêspera, ainda não há estudos suficientes do seu comportamento quando aplicado em alimentos, ou quanto às suas características sensoriais (9, 10, 11, 12, 13, 14, 15).

Sabe-se pouco, no entanto, sobre a casca da nêspera em específico como reaproveitamento na indústria de alimentos. Dito isso, por ser um fruto com grandes benefícios e ter alto potencial de ser utilizado pela indústria alimentícia, faz-se necessário realizar estudos com a farinha da casca de nêspera, por exemplo, a fim de conhecer suas características físico-químicas e identificar alguns de seus constituintes, bem como obter informações a respeito dos processos fisiológicos e bioquímicos do fruto.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização físico-química da farinha da casca de nêspera (*eriobotrya japonica* L.) para fins de informações científicas sobre o produto, bem como compreender seu potencial de aplicabilidade na alimentação humana.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das amostras

As amostras de nêspera utilizadas para extração das cascas foram obtidas através de manejo orgânico no município de Caetés-PE (Figura 1 e 2). As amostras foram transportadas para o Laboratório de Análise de Alimentos da UFAPE, onde foi realizada a higienização das frutas, bem como o processo de extração da casca. Para o preparo da farinha, as cascas foram dispostas em uma bandeja, secas em estufa de secagem FANEM modelo 515-C durante 12 horas a 105 °C e, em seguida, foi macerada, obtendo assim, a farinha utilizada para realização das análises (Figura 3).



Figura 1 – Nespereira onde se obteve as amostras.
Fonte: autores.



Figura 2 – Nêspera (*Eriobotrya japonica* Lindl.)
Fonte: autores.

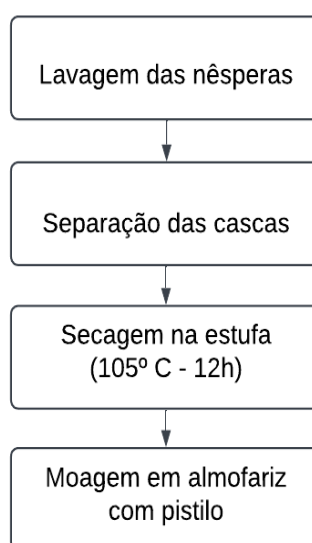


Figura 3 – Fluxograma da obtenção da farinha de casca de nêspera.

Fonte: autores.

Antecedendo o preparo da farinha, o fruto foi sanitizado. Para a extração da casca ser realizada, a extração foi realizada manualmente com facas de cozinha pelos pesquisadores, e em seguida, em uma forma de alumínio, levadas a estufa para secagem das mesmas, após completa secagem foram maceradas com pistilo e almofariz para produzir a farinha.

As amostras de farinha da casca da nêspera foram analisadas quanto à umidade, cinzas, lipídeos, carboidratos insolúveis (açúcares redutores), acidez total titulável, atividade de água, pH e, sólidos solúveis totais, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (16). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de umidade da amostra encontrado foi de 19,82 % m.m (Tabela 1). A determinação deste parâmetro é necessária na indústria alimentícia, uma vez que está relacionada com a estabilidade, qualidade e composição dos alimentos, fatores que influenciam no processamento, escolha da embalagem e modo de estocagem dos diferentes produtos alimentícios (17, 18). A umidade da farinha da casca de nêspera, por sua vez, foi superior à encontrada por Lima (19) em seu estudo com farinhas de frutas cítricas, que encontrou um teor de 13,3%.

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas da farinha da casca de nêspera.

Análises	Valores
Umidade (% m.m.)	19,82 ± 0,7
Cinzas (% m.m.)	3,82 ± 0,2
Lipídeos (% m.m.)	11,07 ± 1,05
Açúcares redutores (% m.m.)	12,5 ± 0,05
Acidez total titulável (g ácido cítrico/g amostra)	3,83 ± 0,01
Atividade de água (a _w)	0,64 ± 0,0
pH	3,82 ± 0,2
Sólidos solúveis totais (°Brix)	2,3 ± 0,1

Fonte: autores.

O resultado obtido na análise de cinzas foi de 3,82 % m.m (Tabela 1). As cinzas dos alimentos trata-se dos resíduos inorgânicos remanescentes do processo de incineração ou queima da matéria orgânica. Assim, definir esse parâmetro é necessário, pois seu teor refere-se ao conteúdo total de minerais presentes nos alimentos, sendo importante para estabelecer os rótulos dos mesmos (17, 20). Segundo Lima (19), os teores de cinzas em farinhas de frutas cítricas variam de 2,6% a 4,6%, valores que estão em conformidade com o encontrado na análise. Além disso, as amostras possuem valor de minerais superior ao recomendado pela TACO (21), que é de 1,8%, dado considerado favorável nutricionalmente.

Foram encontrados 11,07 % m.m. de lipídeos nas amostras analisadas (Tabela 1). A extração lipídica é essencial para estudos fisiológicos, nutricionais e bioquímicos em alimentos e deve, portanto, ser realizada com rigor. Alguns cuidados precisam ser adotados para obter a fração lipídica de determinadas amostras, tendo em vista que alguns fatores, tais como oxidação indesejada e coextração de componentes não lipídicos, podem afetar a qualidade final da mesma (21). Os lipídios são moléculas muito importantes na nutrição

humana devido às suas propriedades nutricionais, funcionais e sensoriais. Eles exercem diversas funções no corpo humano, tais como: fornecer energia, atuar como precursores de hormônios, melhorar a textura e o sabor dos alimentos, como também auxiliar no transporte e absorção das vitaminas A, D, E e K (23).

O teor de açúcares redutores obtido foi de 12,5 % m.m (Tabela 1). Além de ser responsável pelas propriedades reológicas de diversos alimentos, a análise de açúcar é importante para o controle da qualidade do produto. Esses açúcares possuem, em sua estrutura, os grupos carbonílico e cetônico livres, que são capazes de oxidar em soluções alcalinas e, através dessa propriedade, ocorre a reação de Maillard, uma das principais reações de escurecimento não-enzimático em alimentos (17, 24).

A acidez total titulável encontrada na farinha da casca de nêspera foi 3,83 g_{ácido cítrico}/g_{amostra} (Tabela 1). Este parâmetro é importante na determinação do estado de conservação dos alimentos, sendo capaz de variar de acordo com a fermentação, oxidação ou reações de hidrólise, uma vez que esses fatores alteram os níveis de íons de hidrogênio do meio. Além disso, pode indicar a oxidação de lipídeos, deterioração gerada por bactérias produtoras de ácidos e a estabilidade do alimento. De acordo com Steurer (25), a faixa ótima de acidez para crescimento microbiano está entre 4,0 e 7,5; ou seja, quanto maior a acidez, mais estável o alimento será à deterioração (17, 26). Sendo assim, o valor obtido na amostra é considerado levemente ácido e, portanto, vantajoso para a indústria alimentícia.

A atividade de água da amostra foi de 0,64 a_w (Tabela 1). Nos alimentos, a atividade de água corresponde a quantidade de água disponível para sofrer reações enzimáticas, microbiológicas e químicas. É imprescindível o controle deste parâmetro em alimentos, pois, através dele é possível identificar o tipo de deterioração a qual o alimento estará suscetível e assim definir os processos adequados para a sua conservação (27, 28). Dessa forma, cabe pontuar que a atividade de água encontrada na amostra não é susceptível ao desenvolvimento da maioria dos fungos, leveduras e bactérias, tendo em vista que, de acordo com Kohmann (28), a atividade de água reduzida para 0,6 impede a ação desses microrganismos. Assim, a utilização do produto é considerada segura na indústria alimentícia.

O valor de pH obtido para a farinha da casca de nêspera foi de 3,82 (Tabela 1). Nos alimentos, este parâmetro é fundamental pois, através dele é possível estabelecer fatores como o estado de maturação de frutas, definir o tipo de embalagem adequada para determinado alimento e compreender a sua atividade enzimática. Além disso, afeta a taxa na qual os microrganismos se reproduzem e influencia a qualidade dos alimentos durante diferentes tratamentos e/ou processamentos, tais como: secagem, tratamento térmico e armazenamento (17, 29). O pH encontrado, por sua vez, está em concordância com os estudos de Lima (19), a qual determinou o pH em farinhas de frutas cítricas, que variam entre 3,6 e 5,4.

Determinar os sólidos solúveis totais (SST) em alimentos é fundamental pois, através dessa análise é possível identificar o dulçor do alimento, bem como quantificar as substâncias que estão dissolvidas em sua composição, como açúcares, vitaminas, ácidos fenólicos e ácidos orgânicos (30, 31). Na polpa da nêspera foi encontrada uma alta concentração de sólidos solúveis totais, dada por 9 °Brix através dos estudos de Frighetto (3). No entanto, pode-se inferir que produtos com elevado teor de SST são mais vulneráveis à fermentação e deterioração. O valor inferior correspondente à 2,3 °Brix encontrado na farinha da casca de nêspera a torna vantajosa como produto ou subproduto na indústria

alimentícia, tendo em vista a influência dos SST no aumento da vida de prateleira dos alimentos.

CONCLUSÕES

De acordo com os teores obtidos de acidez, atividade de água e sólidos solúveis totais, pode-se inferir uma baixa susceptibilidade à contaminação por microrganismos. Concluiu-se, portanto que, a farinha das cascas de nêspera, coletadas no município de Caetés-PE, possui uma boa aplicabilidade na indústria de alimentos, com resultados favoráveis.

REFERÊNCIAS

1. Nagi L, Gabriel M, Rippel TS, Fiori MA, Mello JMM, Dalcanton F. Extração do óleo da semente da ameixa amarela (*Eriobotrya japonica*). Revista CSBEA. 2017;3.
2. Gláucia Mauch de Carvalho. *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. (ameixa amarela): Estudo de revisão botânico, fitoquímico, antioxidante e fotoprotetor aplicada a fitocosméticos para a elaboração de protetores solares [monografia]. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto; 2022.
3. Carolina Laís Frighetto. Elaboração de sorvete a base de nêspera (*Eriobotrya Japonica*) [monografia]. Laranjeiras do Sul: Universidade Federal da Fronteira Sul; 2017.
4. Zhang W, Zhao X, Sun C, Li X, Chen K. Phenolic Composition from Different Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) Cultivars Grown in China and Their Antioxidant Properties. MDPI. 2014;20:542-555.
5. Hasegawa PN, Faria AF de, Mercadante AZ, Chagas EA, Pio R, Lajolo FM, et al.. Chemical composition of five loquat cultivars planted in Brazil. Food Sci Technol. 2010;30(2):552–559.
6. Canal Rural. Brasil é um dos principais produtores de nêspera mundo [Internet]. 2011 [acesso em 2023 out 3]. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/brasil-dos-principais-produtores-nespera-mundo-6189/>
7. Campos JT de, Hasegawa PN, Purgatto E, Lajolo F, Cordenunsi BR. Qualidade pós-colheita de nêsperas submetidas ao armazenamento sob baixa temperatura e atmosfera modificada. Food Sci Technol. 2007;27(2):401-407.
8. EMBRAPA. Mayer NA. Nêspera. Embrapa Clima Temperado, 2012.

9. Ercisli S, Gozlekci S, Sengul M, Hegedus A, Tepe S. Some physicochemical characteristics, bioactive content and antioxidant capacity of loquat (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.) fruits from Turkey. *Scientia Horticulturae*. 2012;148:185-189.
10. Liu Y, Zhang W, Xu C, Li X. Biological Activities of Extracts from Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.): A Review. *International Journal of Molecular Sciences*. 2016;17(12):1-16.
11. Gentile C, Reig C, Corona O, Todaro A, Mazzaglia A, Perrone A, Gianguzzi G, Agusti M, Farina V. Pomological Traits, Sensory Profile and Nutraceutical Properties of Nine Cultivars of Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) Fruits Grown in Mediterranean Area. *Plant Foods Hum Nutr*. 2016;71(3):330-338.
12. Kim D, Park J, Kim S, Kuk H, Jang M, Kim S. Screening of Some Crude Plant Extracts for Their Acaricidal and Insecticidal Efficacies. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 2005;8(1):93-100.
13. Rao B, Tang R. Green synthesis of silver nanoparticles with antibacterial activities using aqueous *Eriobotrya japonica* leaf extract. *Adv. Nat. Sci: Nanosci. Nanotechnol*. 2017;8(1).
14. Cha DS, Shin TY, Eun JS, Kim DK, Jeon H. Anti-metastatic properties of the leaves of *Eriobotrya japonica*. *Arch Pharm Res*. 2011;34(3):425-436.
15. Amanda Neris dos Santos. Bioativos extraídos da nêspera (*eriobotrya japonica lindl.*) aplicados à conservação de laranja e suco de laranja [dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2018.
16. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea [Internet]. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 [Acesso em 13 set 2023]. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosal_2008.pdf
17. Heloisa Máscia Cecchi. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2. ed. Campinas: Unicamp; 2003.
18. Furtado MAM, Ferraz FO. Determinação de umidade em alimentos por intermédio de secagem em estufa convencional e radiação infravermelha – estudo comparativo em alimentos com diferentes teores de umidade [Internet]. Juiz de Fora: UFJF; 2008 [acesso em 13 out 203]. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/laaa/files/2008/08/04-7%c2%ba-SLACA-2007.pdf>.

19. Ângela Galvan de Lima. Uso de farinhas de cascas de frutas cítricas para saborização de cafés em diferentes graus de torrefação [Tese]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2021
20. Moreira DB, Dias TJ, Rocha VC, Chaves ACTA. Determinação do teor de cinzas em alimentos e sua relação com a saúde. REASE. 2021;7(10):3041-3053.
21. Brum AAS, Arruda LF de, Regitano-d'Arce MAB. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. Quím Nova. 2009;32(4):849–854.
22. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. 2020. [acesso em 20 out 2023]. Disponível em: <https://www.tbca.net.br/>
23. Pinheiro MD, Porto KRA, Menezes MES. A Química dos Alimentos: carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas e minerais. Maceió: Edufal; 2005.
24. Souza TS, Oliveira JS, Souza LCC. Glicosímetro digital aplicado à análise de açúcar redutor em polpa de frutas. Revista Ifes Ciência. 2021;7(1):01-11.
25. Kassandra Steurer. Fatores que afetam o crescimento microbiano [Internet]. Pelotas: UFPel; 2008 [acesso em 20 out 2023]. Disponível em: <https://www2.ufpel.edu.br/veterinaria/inspleite/documentos/apresenta/2008-abr%20Kassandra.pdf>
26. Raquel Pischke Garske. Determinação rápida e direta de acidez de alimentos semi-sólidos através de entalpiometria no infravermelho [monografia]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2018.
27. Cynthia Ditchfield. Estudo dos métodos para a medida da atividade de água [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2000.
28. Laura Moura Kohmann. Atividade de água em alimentos [Internet]. Rio Grande do Sul: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SENAI; 2013 [acesso em 2 ago 2023]. Disponível em: https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/SBRT/pdfs/24843_59178.pdf
29. Fiorda FA, Siqueira MID. Avaliação do pH e atividade de água em produtos cárneos. Revista Estudos. 2009;36(5/6):817-826.
30. Silva JCC, Moura RL, Araújo KLB, Dantas DLS, Jerônimo HMA, Vieira VB, Martins ACS. Avaliação do teor de sólidos solúveis (brix°) de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Cuité-PB. Agron Food Academy. 2022;1:13-19.



31. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima. Teor de sólidos solúveis [Internet]. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/manga/producao/colheita/indicadores/teor-de-solidos-soluveis>

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E CROMÁTICAS DE CAFÉ ARÁBICA PERNAMBUCANO EXTRAÍDO POR PERCOLAÇÃO A QUENTE

Rafael Lopes de Alcântara¹; Maria Alice Gonçalves Uchôa de Albuquerque²; Isabelle da Silva Correia³ Luciana Leite de Andrade Lima Arruda⁴ Letícia Oliveira Claizoni dos Santos⁵

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos-PPGCTA – UFRPE; E-mail: rafael.alcantara@ufrpe.br

² Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos-PPGCTA – UFRPE; E-mail: aliceuchoa.nutri@gmail.com

³ Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos-PPGCTA – UFRPE; E-mail: isabelle.correia@ufrpe.br

⁴ Docente/Pesquisadora do Departamento de Tecnologia Rural – DTR - UFRPE

⁵ Graduada no curso de Bacharelado em Gastronomia – DTR - UFRPE

Resumo: O Brasil é um dos maiores produtores globais de café, com destaque para a variedade *Coffea arabica cv. Typica*, conhecida por sua qualidade sensorial e conteúdo de compostos bioativos benéficos à saúde humana. Este estudo teve como objetivo caracterizar e comparar as propriedades físico-químicas e cromáticas de café arábica *cv. Typica* produzido em Taquaritinga do Norte, Pernambuco, quando extraído por percolação quente em diferentes suportes de filtro (Melitta®, Hario V60® e Koar®). Grãos verdes de café foram submetidos a processos de torra e moagem controlados, seguidos de peneiramento. Amostras foram extraídas nos diferentes suportes de filtro e submetidas a análises de sólidos solúveis totais, polifenóis totais, atividade antioxidante, teores de trigonelina e cafeína, e determinação de parâmetros cromáticos (sistema CIELab). Os suportes Melitta® e Hario V60® apresentaram as maiores concentrações de sólidos solúveis totais, com 1,40 e 1,41° Brix, respectivamente. Apesar da maior taxa de escoamento na extração da bebida, o suporte Hario V60® exibiu a maior concentração de compostos fenólicos (14,73 µg de ácido gálico/100 mL), mas uma menor atividade antioxidante (62,50% de inibição do DPPH*). A concentração de trigonelina variou significativamente, com o suporte Koar® apresentando a maior concentração. Quanto à cafeína, a maior concentração foi observada no suporte de filtro Melitta®. Todas as bebidas apresentaram baixa luminosidade ($L^* < 40$), coloração alaranjada com elevada intensidade cromática e baixa tonalidade. Com base nos resultados, o suporte Koar® demonstrou maior aplicabilidade para o café *arábica cv. Typica* produzido no Agreste de Pernambuco, destacando-se por sua concentração de atividade antioxidante *in vitro* e trigonelina. Estes achados oferecem *insights* valiosos para a indústria de café e os consumidores interessados nesses compostos bioativos e no potencial antioxidante.

Palavras-chave: análise físico-química; *coffea arabica*; compostos fenólicos; atividade antioxidantes; cromatografia líquida de alta eficiência

INTRODUÇÃO

A apreciação global do café é inquestionável, e o Brasil, como o maior produtor mundial de matéria-prima, desempenha um papel vital no atendimento à demanda

internacional por essa bebida. O país abrange uma vasta área de cultivo de café, distribuída em 15 estados, com produção diversificada que inclui grãos crus de arábica e robusta, café torrado e moído, café solúvel e expresso em cápsulas, abarcando tanto o mercado de café *commodity* quanto o de café especial (1).

Para se adaptar às exigências de um mercado consumidor em constante mudança, os produtores de café têm concentrado esforços significativos na agregação de valor e na criação de novos produtos. Essa tendência caracteriza o que os especialistas denominam como a "Terceira Onda do Café", um período marcado pela busca incessante pela qualidade, pela exploração de sabores únicos e pela adoção de novas tecnologias para aprimorar a competitividade e expandir os horizontes do setor (2).

O estado de Pernambuco, localizado no nordeste brasileiro, apesar da cafeicultura não apresentar grande representação quantitativa na produção nacional, a produção de cafés especiais se destaca principalmente nos municípios de Taquaritinga do Norte, Garanhuns, Brejão (Agreste do Estado) e Triunfo, Exu, Santa Cruz da Baixa Verde e Moreilândia (Sertão pernambucano). Taquaritinga do Norte, por sua vez, sobressai como um polo de produção responsável por mais de um terço da produção de café no estado, com foco nas cultivares *Typica* e *Mundo Novo* (3).

Ademais, as particularidades de cada região, a diversidade genética do café, as condições climáticas singulares, as práticas agrícolas específicas e as variações no processamento pós-colheita podem influenciar a qualidade do café, resultando em características de sabor e outras percepções sensoriais distintas, como acidez e corpo na bebida (4).

Os métodos de extração, como filtração, percolação, prensagem e pressão, têm o potencial de moldar os atributos sensoriais da bebida, conferindo características únicas a cada método (5). Dentre esses métodos, os processos de filtração ganham destaque, sendo amplamente utilizados e facilmente acessíveis em cafeterias e residências no Brasil. Essa metodologia de extração envolve a passagem da água quente através de um filtro que contém o café, resultando na bebida finalizada.

Os métodos de extração por filtração proporcionam a elaboração de uma bebida com sabores e amargor mais suaves, uma vez que o tempo de filtração, geralmente de 4 a 8 minutos, permite uma extração mais controlada (5). Variações no *design* do suporte de filtração e duração da infusão, contribuem para variações nas características sensoriais da bebida (5). Dos métodos de extração por filtração, o Melitta® se destaca como o mais comum, devido à sua ampla disponibilidade em mercados e ao seu preço acessível, especialmente no Brasil. À Melitta Bentz, uma dona de casa alemã, é creditada a invenção do primeiro filtro de café do mundo.

Com a crescente demanda por café de alta qualidade no mercado internacional e nacional, impulsionada pela Terceira Onda do Café, que valoriza produtos de qualidade superior e destaca as características de cada região (6), torna-se essencial regionalizar a produção e enfatizar as variações na composição dos grãos de café em função das condições edafoclimáticas, manejo agrônomo e protocolos de processamento pós-colheita. Essas variações de *terroir* se refletem nos grãos e, conseqüentemente, na bebida final (1).

A complexidade do café, como uma bebida, é resultado de um processo intrincado que engloba o cultivo, a torrefação, a moagem e a seleção do método de extração (2). A seleção do método de extração desempenha um papel crucial na modulação das notas sensoriais

percebidas pelos consumidores, influenciando parâmetros como pH, teor de cafeína e outros compostos presentes na bebida (7).

Nesse contexto, este estudo visa à caracterização físico-química e cromática do café extraído por percolação a quente, utilizando diferentes suportes de filtro. Os suportes de filtro selecionados para esta investigação incluem o Melitta®, amplamente difundido em residências e mercados, o Koar®, *design* de suporte criado em Pernambuco, e o Hario V60®, um suporte amplamente reconhecido pelos amantes do café. Esta pesquisa busca lançar luz sobre as nuances obtidas por meio das características sensoriais do café relacionadas aos parâmetros físico-químicos da bebida extraída pelos distintos suportes de filtro, almejando contribuir para uma compreensão mais profunda do impacto das escolhas de suporte de filtro na qualidade da bebida.

MATERIAL E MÉTODOS

A amostra de café arábica *cv.* Typica (6 Kg de grãos crus) foi proveniente do Sítio Gameleira (07° 54' 11" S, 36° 02' 39" O e 922m de altitude), zona rural do município de Taquaritinga do Norte, agreste pernambucano. Os grãos verdes do café arábica passaram por torrefação (Torrador Atilla®) com fluxo de ar quente a $228^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e velocidade de rotação de 3,5 m/s por 12 min, perfil de torra média segundo *Specialty Coffee Association* (SCAA). Após a torrefação, uma corrente de ar em temperatura ambiente garantiu o resfriamento dos grãos. A moagem do café torrado ocorreu em moedor Mahlkönig GmbH & Co. KG 22047 Hamburg, modelo EK 43, até granulometria média-fina, específica para os métodos Melitta®, Hario V60® e Koar®. Estas etapas foram realizadas no Kaffee Torrefação e Treinamento e Loja Ltda. Após a moagem, as amostras foram padronizadas quanto a granulometria, utilizando um agitador eletromagnético de peneiras Bertel, equipado com as peneiras com aberturas de 1,7 mm (10 Mesh), 1,18 mm (14 Mesh) e 850 μm (20 Mesh), empilhadas da maior abertura para a menor, sendo utilizado café moído retido a peneira de 14 Mesh (partículas $< 1,7\text{mm}$ e $\geq 1,18\text{mm}$).



Figura 1,2 e 3: Suportes de filtro Melitta®, Hario V60® e Koar®, respectivamente

Fonte: Pinterest

Extração da Bebida

Foi utilizado o método de filtração com os suportes para filtro dos modelos Koar®, Melitta® e Hario V60®, sendo padronizados o filtro de papel Melitta® 102 e a concentração café torrado e moído de 8g/100mL de água quente ($93^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Durante a extração foi

utilizada a técnica convencional: lavar o papel de filtro com água quente, colocar o café moído no filtro de papel, umedecer o café com água quente e, em seguida, realizar movimentos circulares para colocação da água e extração da bebida (8). As amostras foram recolhidas em frascos de vidro âmbar com tampa de rosca, identificadas e armazenadas sob refrigeração ($16^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$) até o momento das análises.

Metodologias das análises físico-químicas

As determinações de sólidos solúveis totais foram realizadas em refratômetro de bancada e de pH em medidor digital de pH (Mylabor MY140®), respectivamente (9). Para as análises espectrofotométricas foi utilizado o espectrofotômetro UV/VIS da marca EDUTECH com variação de comprimento de onda de 190-1100nm, cubeta de quartzo e percurso óptico de 1 cm. A concentração de polifenóis totais foi determinada, em amostras diluídas a 2% v/v em água, utilizando o reagente fenólico Folin-Ciocalteu, com reação interrompida pela solução saturada de carbonato de sódio, sendo os resultados expressos em μg de ácido gálico/100 mL da amostra, utilizando curva de calibração com regressão linear ($y = 0,1332x - 0,0153$, $r^2 = 0,9966$) (10). A atividade antioxidante foi determinada em função do percentual de inibição do radical DPPH* (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), conforme Nixdorf e Hermosín-Gutiérrez (11). Foram preparados branco da solução de DPPH* (metanol e solução DPPH*); branco da amostra (extrato e metanol) e amostras (extrato e solução de DPPH*), sendo efetuada leitura imediata do branco de DPPH* e da amostra, e após 30 minutos das amostras, a 517 nm. O percentual de inibição do radical DPPH* foi determinado segundo Equação 1.

Equação 1. Percentual de inibição do radical DPPH*

$$\% \text{ de Inibição} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{café}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100$$

Onde, A_{DPPH} : absorvância da solução de DPPH* e metanol

$A_{\text{café}}$: absorvância da amostra.

As concentrações de trigonelina e cafeína foram determinadas por cromatografia líquida de alta eficiência com detector de absorção molecular UV/Vis e coluna analítica Acclaim® 120 Dionex C-18 (250 x 4,6 mm, 5 μm). Foi utilizada injeção isocrática, tendo como fase móvel água:acetonitrila (60:40), fluxo 0,6 mL.min⁻¹, temperatura coluna de 36°C e comprimentos de onda de 265 nm para trigonelina e 272 nm para cafeína (12). Curvas de calibração com padronização externa foram utilizadas para quantificação trigonelina ($y = 32,385x + 11,016$, $r^2 = 0,993$) e cafeína ($y = 69,936x + 121,55$, $r^2 = 0,9983$), com faixa de linearidade de 1,88 a 144,0 $\mu\text{g.mL}^{-1}$.

Os parâmetros cromáticos foram determinados utilizando colorímetro CR 310 (Minolta®, Dietikon, Switzerland) com sistema tridimensional CIELab (L^* , a^* e b^*), e calculadas a intensidade da cor (C^*) e a tonalidade cromática (H^*) pelas equações $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ e $H^* = \arctg(b^*/a^*)$, respectivamente (13;14).

Análises Estatísticas

Os dados foram obtidos em triplicata e os resultados apresentados como média e desvio-padrão. Análise de variância e teste de médias de Tukey ($p < 0,05$) foram aplicados para identificar possíveis diferenças entre as médias. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software Statistic 7.0 for Windows*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da Tabela 1 demonstram diferenças significativas de pH em função do tipo de suporte de filtro utilizado, sendo o método Mellita® o que apresenta menor grau de acidez. No que se refere aos sólidos solúveis totais (SST) é possível identificar que, entre os métodos de extração utilizados, o Koar® apresentou a menor concentração de SST. O formato dos sulcos abertos nas laterais do suporte Koar® resultam em uma extração mais acelerada, ou seja, com menos contato entre a água e o café, que os demais métodos.

Tabela 1. Resultados de pH e sólidos solúveis totais de amostras de café arábica (cv. Typica) de Taquaritinga do Norte, utilizando diferentes suportes de filtro.

Amostras	pH	SST a 24,6°C (°Brix)
Hario V60®	4,94 ^b ± 0,01	1,41 ^a ± 0,01
Mellita®	4,98 ^a ± 0,02	1,40 ^a ± 0,00
Koar®	4,91 ^c ± 0,01	1,25 ^b ± 0,05

Fonte: elaboração própria.

O café, além disso, é uma bebida abundante em compostos bioativos, benéficos à saúde humana. (15). A Tabela 2 apresenta os resultados de concentração de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, em função do suporte para filtro utilizados (Melitta®, Hario V60® e Koar®), na bebida extraída a quente pronta para consumo.

Tabela 2. Concentração de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por inibição do radical DPPH*, em função do suporte de filtração.

Tipo de Suporte	Melitta®	Hario V60®	Koar®
Polifenóis totais (µg de ácido gálico/100mL)	14,17 ^b ± 0,18	14,73 ^a ± 0,22	13,35 ^c ± 0,16
% de inibição do DPPH*	80,61 ^b ± 0,01	62,50 ^c ± 0,01	88,59 ^a ± 0,01

Resultados expressos em média com desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: elaboração própria

O Hario V60® apresentou uma concentração de compostos fenólicos significativamente ($p < 0,05$) superior aos demais suportes estudados, conforme apresentado na Tabela 2. Vale destacar que é necessário ainda uma avaliação mais aprofundada para definição de quais grupos de polifenóis estão mais presentes nas amostras obtidas, para assim quantificar e avaliar o que cada suporte de filtração pode trazer de benefícios à saúde humana. Não obstante elevadas taxas de atividade antioxidante, o suporte Hario V60® apresentou menor atividade antioxidante, diferindo significativamente ($p < 0,05$) dos demais suportes.

A Figura 2 apresenta os resultados referentes aos teores de trigonelina e cafeína identificadas e quantificadas nas amostras de café extraídas utilizando os três diferentes suportes para filtro de papel.

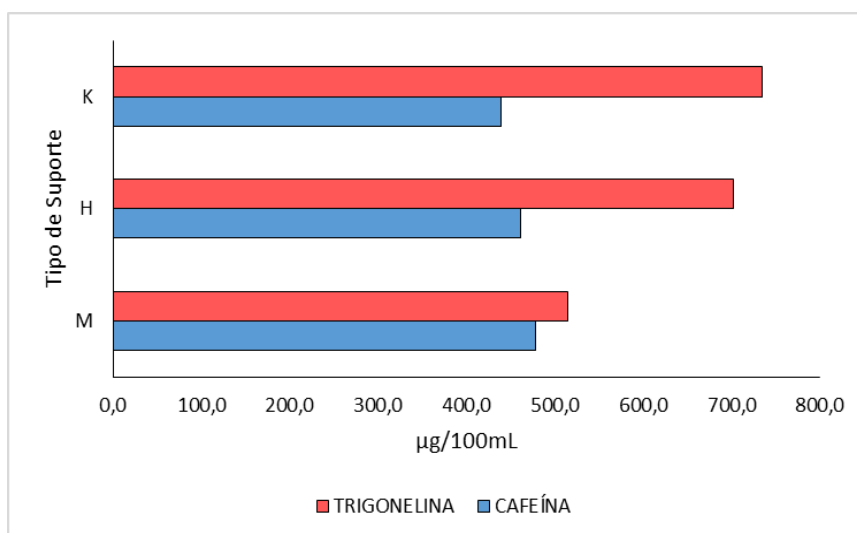


Figura 2. Concentrações de cafeína e trigonelina em função do tipo de suporte Melitta® (M), Hario V-60® (H) e Koar® (K).

Fonte: elaboração própria.

A trigonelina, alcalóide vegetal derivado da vitamina B3, é termosensível, com consequente decomposição durante o processo de torra do café cru (16). No entanto, está presente nas três amostras de café filtrado, com valores significativamente ($p < 0,05$) mais elevados na amostra do Koar®, em seguida Hario V60® e por último, em menor concentração, no Melitta, conforme mostrado na Figura 2. Entretanto, a concentração de trigonelina obtida utilizando o suporte de filtro Koar® é superior ao reportado por Teixeira (2018), com café arábica brasileiro e condição de torra similar. Isto é, o valor de trigonelina presente na bebida não sofre influência apenas da temperatura de torra e cultivar de, mas também do suporte utilizado para extração por filtração à quente (Figura 2).

A cafeína encontrada nas amostras, apesar da diferença significativa entre as médias, não apresenta a mesma diferença proporcional encontrada na trigonelina para os diferentes suportes de filtro, conforme observado na Figura 2. No entanto apresenta variação entre 400 e 500 µg/100mL, independente do suporte de filtro utilizado. O maior valor de cafeína foi encontrado no suporte de filtro Melitta®, seguido do Hario V60® e Koar®.

Embora ambos compostos, trigonelina e cafeína, apresentem relevância no que tange ao amargor da bebida, a cafeína é o principal atributo que traz essa característica sensorial à bebida (17). Além disso, os valores encontrados na caracterização físico-química estão em concordância aos aspectos sensoriais trazidos por Lemos (2019) em análise sensorial utilizado os diferentes suportes para extração de café por filtração à quente, no qual associa o Koar® e Hario V60® à acentuação de notas mais adocicadas, que pode ser relacionada a uma menor quantidade de cafeína, consequentemente, menor amargor da bebida.

Com relação aos parâmetros cromáticos do espaço tridimensional CIELab (Tabela 3) foram obtidos valores positivos de a^* (vermelho) e b^* (amarelo) que representam o espectro dentro da coloração vermelha e amarela, sendo este observado para todas as

amostras, variando apenas na intensidade de cor. O valor de L^* , por sua vez, representa a luminosidade, sendo importante destacar que os métodos de extração também influenciaram na média final de L^* . Os cafés extraídos pelos métodos Hario V-60® e Koar® apresentaram o maior valor de L^* e diferiram significativamente ($p < 0,05$) do Mellita®, com coloração mais clara.

Tabela 3. Parâmetros cromáticos no espaço tridimensional CIELab para amostras de café arábica extraídas por diferentes suportes de filtro.

Amostras	Parâmetros Cromáticos (média \pm desvio-padrão)				
	L^*	a^*	b^*	C^*	H^*
HarioV-60®	39,37 ^a \pm 0,46	17,74 ^b \pm 0,62	44,99 ^a \pm 0,40	48,36 ^a \pm 0,46	0,37 ^b \pm 0,07
Melitta®	34,35 ^b \pm 0,35	20,14 ^a \pm 0,23	38,71 ^b \pm 0,36	43,63 ^b \pm 0,27	0,48 ^a \pm 0,04
Koar®	39,87 ^a \pm 0,60	16,30 ^c \pm 0,39	44,45 ^a \pm 0,48	47,37 ^a \pm 0,45	0,35 ^b \pm 0,07

Resultados expressos em média com desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaboração própria

CONCLUSÕES

O café arábica *cv.* Typica de Taquaritinga do Norte, Pernambuco, demonstrou parâmetros físico-químicos e cromáticos que refletem a complexidade das cultivares arábica. Apesar da menor extração de polifenóis totais, o suporte Koar® apresentou maior atividade antioxidante *in vitro* e trigonelina. Além disso, também apresentou menor concentração de cafeína, que é de grande importância para indústria farmacêutica, embora seja percussor do gosto amargo. Quanto aos parâmetros cromáticos, a coloração foi mais perceptível nas extrações com os suportes Hario V60® e Koar®, devido à maior intensidade de cor e menor tonalidade. Diante do exposto, é possível aferir que o uso do suporte Koar® parece ser mais indicado para o café arábica produzido no agreste pernambucano, em vista de um potencial maior de compostos benéficos à saúde. Por sua vez, não foram realizadas análises sensoriais a fim de comparar com os resultados obtidos através das análises-físico químicas, possibilitando investigações futuras.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro prestado, que foi fundamental para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Pimenta CJ, Angélico CL, Chalfoun SM. Challenges in coffee quality: cultural, chemical and microbiological aspects. *Ciência e Agrotecnologia*. 2018;42(4):337-49.
2. Conceição JCP da R, Ellery Junior R de G, Conceição PHZ da. Cadeia agroindustrial do café no Brasil: agregação de valor e exportação. 2019.

3. Queiroga VP, Gomes JP, Melo BA, Albuquerque EMB. Cultivo do café (*Coffea arábica* L.) orgânico sombreado para produção de grãos de alta qualidade. Campina Grande: AREPB; 2021.
4. Muñoz, A. E., Hernández, S. S., Tolosa, A. R., Burillo, S. P., & Herrera, M. O. (2020). Evaluation of differences in the antioxidant capacity and phenolic compounds of green and roasted coffee and their relationship with sensory properties. *LWT*, 128, 109457.
5. Lemos LG. Caracterização sensorial de cafés (*coffea arabica*) elaborados por diferentes métodos de extração [relatório de estágio supervisionado]. Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2019. **Lemos (2019)**
6. Conceição JCPR da, Ellery Junior R de G, Conceição PHZ da. Cadeia agroindustrial do café no Brasil: agregação de valor e exportação. 2019
7. Santos FS. Estudo das características físico-químicas de diversos métodos de preparo de café das variedades arábica (*Coffea arabica* L.) e robusta (*coffea canephora*). In: Anais Seminário de Iniciação Científica; 2019; n. 22 **Santos (2019)**
8. Agnoletti BZ, Oliveira EDS, Pinheiro PF, Saraiva SH. Discriminação de café arábica e conilon utilizando propriedades físico-químicas aliadas à quimiometria. *Revista Virtual de Química*. 2019;11(3):785-805 **Angeloni (2019)**
9. AOAC Official Method of Analysis. 15th Edition. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists; 2016.
10. Giovanelli G, Buratti S. Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chemistry*. 2009;112:903-908.
11. Nixdorf SL, Hermosín-Gutiérrez I. Brazilian red wines made from the hybrid grape cultivar Isabel: Phenolic composition and antioxidant capacity. *Analytica Chimica Acta*. 2010;659(1-2):208-215.
12. Monteiro MC, Trugo LC. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. *Química Nova*. 2005;28:637-641.
13. Yeager S, Batali M, Lim L, Liang J, Han J, Thompson A, Guinard J, Ristenpart W. Roast level and brew temperature significantly affect the color of brewed coffee. *J Food Sci*. 2022;87:1837-50. doi:10.1111/1750-3841.16089.
14. Harbertson JF, Spayd S. Measuring phenolics in the winery. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2006;57(3):280-288.
15. Yan Y, Liu N, Hou N, Dong L, Li J. Chlorogenic acid inhibits hepatocellular carcinoma in vitro and in vivo. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 2017;46:68-73
16. Coelho JG. Potenciais benefícios para a saúde de compostos fenólicos do café. 2021.
17. Teixeira MNSB. Determinação da trigonelina em cafés através de um sistema de baixa pressão com separação cromatográfica e detecção eletroquímica [dissertação de mestrado]. Porto: Universidade do Porto; 2018.

BIOQUÍMICA E BIOTECNOLOGIA DE ALIMENTOS



DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE ESTEIRA AUTOMATIZADA DE SELEÇÃO POR COR UTILIZANDO ARDUINO

**Edneide Tavares dos Santos¹; João Victor Alves Freire¹; Silvana do Nascimento¹,
Mateus Ribeiro Costa¹, Gerla Castello Branco Chinelate² e Alberto Einstein Pereira
de Araujo²**

¹Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos -; E-mail:
edneidetavares1@hotmail.com

²Docente/pesquisador do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPE.

Resumo: A automação é um processo que envolve o aumento na produtividade. Observa-se que em micro e pequenas indústrias o nível de automação ainda é baixo se comparado com grandes indústrias que têm acesso a maiores recursos. Como consequência, regiões mais carentes acabam por perder competitividade. Assim, é importante desenvolver sistemas, que mesmo com qualidade inferior aos sistemas comerciais, possam com baixo custo serem implementados em pequenas indústrias. Neste trabalho apresentamos o desenvolvimento de um protótipo de baixo custo de esteira seletora por cores com uso da plataforma arduino. A esteira foi toda construída com materiais reutilizados encontrados no laboratório. A esteira foi caracterizada com medidas estatísticas de erros e acertos.

Palavras-chave: arduino; automação; esteira seletora

INTRODUÇÃO

A partir da revolução industrial com o surgimento da produção em série foram necessárias muitas inovações na movimentação dos produtos dentro do ambiente fabril. Uma dessas inovações foi o uso de esteiras móveis ou esteiras transportadoras. Os primeiros registros de esteiras transportadoras datam do final do século XVII no transporte de grãos (1). Alguns pesquisadores relatam que a automação industrial iniciou durante a revolução industrial, visando o aumento catastrófico da produtividade para suprir a necessidade das pessoas (2). Foi assim que surgiu o conceito de linha de produção e a implementação de esteiras automatizadas. A segunda metade do século XX assistiu ao surgimento de sistemas automatizados com o uso de dispositivos eletrônicos, que permitiram um aumento ainda maior na produtividade em todos os ramos industriais. A automação corresponde a um conjunto de conceitos e técnicas capazes de modificar um sistema, diminuindo a ação humana direta, tornando-o mais eficaz, propiciando facilidade e flexibilidade ao processo. Na automação industrial o conceito de facilidade e agilidade está sempre na introdução de novas técnicas de controle de processo, a fim de aumentar a produtividade e a qualidade de produção (3,4). Com o desenvolvimento das tecnologias essas esteiras ganharam várias versões diferentes. Quanto aos tipos de esteiras, podem ser classificadas de acordo com a sua trajetória como esteiras retas, curvas ou verticais, quanto ao material da esteira, como esteiras de lona ou de borracha, e quanto a forma de movimento, como esteiras de roletes livres manuais ou esteiras motorizadas. Atualmente é praticamente impossível encontrar uma indústria que manipule algum tipo de alimento sem uma esteira transportadora.

Com o desenvolvimento de sistemas automatizados, foi criada uma classificação para o nível de automação de certa indústria (5). Assim, indústrias 1.0 são aquelas surgidas no início da revolução industrial com o uso de vapor para o movimento de máquinas. Indústrias 2.0 são aquelas que se utilizaram da eletricidade e do diesel na sua planta. Esses dois tipos de indústrias apresentam sistemas mecânicos que permitiam alguma automatização através de um conjunto de engrenagens. Indústrias 3.0 são aquelas que utilizam dispositivos eletrônicos para automatizar processos. Dentre esses dispositivos podemos citar os sensores, os atuadores e as unidades de processamento. Nesse tipo de indústria, os processos automatizados podem ser controlados e comandados a partir de algoritmos programados em computadores. Indústrias que usam robôs em seus processos se enquadram nessa classe. Por fim, indústrias 4.0 são aquelas que continuam se utilizando da eletrônica das indústrias 3.0, mas onde a tomada de decisão pode ser feita pelos sistemas autômatos. Essas indústrias se utilizam de ferramentas como Big Data, Internet das Coisas e Sistemas de Aprendizagem. Apesar de cada classe de indústria está diretamente associada a certa época, que tem uma relação direta com as chamadas revoluções industriais, podemos livremente, observar que no momento atual podemos ter indústrias de classes diferentes operando em uma certa região, no mesmo ramo. Para isso levamos em consideração as tecnologias utilizadas pela indústria, e, a partir daí, ela é classificada. Por exemplo, podemos ter micro indústrias de laticínios onde a tecnologia utilizada na produção, se enquadra mais nos padrões de uma indústria 2.0, com o uso de fornos e eletricidade para motores. Na outra ponta podemos ter grandes indústrias que já estão implementando formas automáticas de tomada de decisão, sem a intromissão humana, em várias etapas da produção, tais indústrias se enquadram dentro da classificação 4.0.

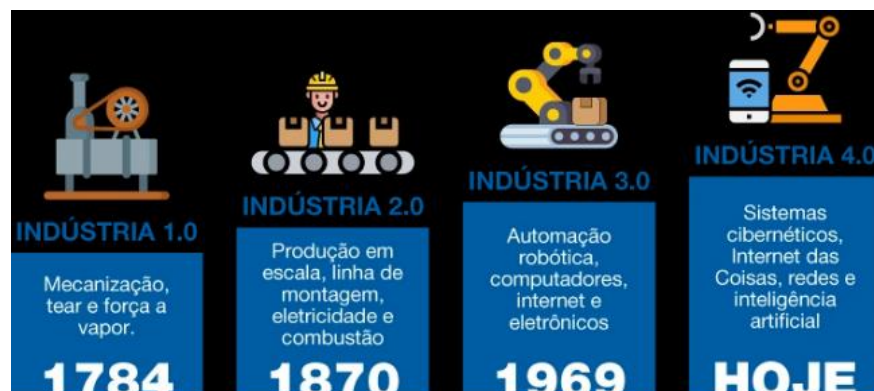


Figura 1 – Linha de tempo das revoluções industriais associadas as classes de indústria;
Fonte: <https://mvisia.com.br/blog/sensores-de-visao/sensores-na-industria-4-0/>

Observa-se que a implementação de tecnologia, em particular, na automação gera impactos sociais com aumento de bem-estar social e a substituição de mão de obra primária, por pessoal mais qualificado (6). A região Nordeste do Brasil tem uma produção relevante de alimentos, frutas, derivados do leite etc. E possui uma boa base industrial no processamento dessa produção. Observa-se também que possui uma grande base de micro e pequenas empresas alimentícias, muitas dela de porte familiar. Esses empreendimentos são importantes fontes de desenvolvimento humano e de sustentação para grande parte da população. Atualmente a forma mais viável do aumento da produtividade é a implementação

de sistemas de base tecnológica. A automação muitas vezes envolve quantidades relevantes de recursos, aos quais, micro e pequenas empresas não têm acesso. Assim, os processos mais modernos acabam sendo rapidamente implementados pelas grandes empresas aumentando a sua produtividade, restringindo ainda mais o acesso de pequenas empresas ao mercado. Esse processo acaba tornando-se predatório do ponto de vista social, já que diminui o fluxo de capitais para setores mais carentes da população. Assim, o desenvolvimento de sistemas automatizados de baixo custo tem grande importância para evitar ainda mais a degradação econômica da população. Apesar de menos eficientes, sistemas automatizados feitos localmente podem contribuir para que pequenas indústrias atinjam um nível de produtividade que possa mantê-las no mercado, ou mesmo aumentar suas vendas.

Diante disso, neste trabalho apresentamos o desenvolvimento de uma esteira automatizada com o uso da plataforma arduino. Nosso objetivo é desenvolver um sistema de baixo custo, fácil manutenção e que possa ser implementado em uma microindústria de forma a contribuir com o seu desenvolvimento, alavancando esse estabelecimento de uma classe 2.0 para uma classe 3.0. Para tanto, escolhemos um sistema que fosse possível selecionar frutas por sua cor, por exemplo, separar tomates vermelhos de tomates verdes. Assim, o parâmetro de seleção é a cor do produto, portanto, a esteira possui um sistema seletor acionado a partir de um sensor RGB.

Em vários sistemas industriais alimentícios é necessário a separação ou classificação por cor de determinado produto (7). Na indústria de grãos e frutas esses sistemas são necessários para a separação por graus diferentes de maturação. Esse é um importante processo para a melhoria na qualidade dos produtos, e na eficiência da produção. A cor de um determinado objeto está relacionada com a interação entre a sua superfície com a radiação eletromagnética que incide sobre ela. A cor é uma resposta de nosso cérebro quando as células da retina interagem com uma radiação eletromagnética de uma determinada frequência. Em sistemas mais sofisticados pode-se identificar cores muito próximas utilizando sistemas de aprendizagem de máquina, através da comparação de amostras (8). Esses sistemas podem ser muito úteis quando pequenas variações no tom de alimentos influem na sua qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

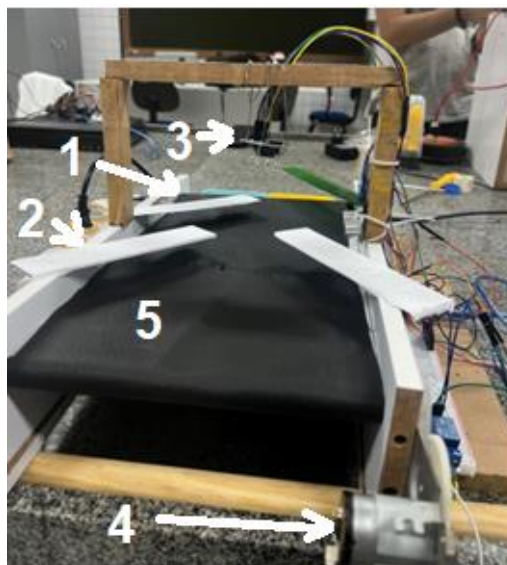


Figura 2 – Foto da esteira construída mostrando: 1 – hastes de seleção, 2 – hastes direcionadoras, 3 – Sensor de cores, 4 – Motor principal e 5 esteira de polietileno.

Fonte: Autores

O desenvolvimento da esteira seletora seguiu algumas etapas, e foram usados mecanismos de carregamento, descarregamento e roletes, que fazem com que o movimento seja contínuo e seguro. A construção da esteira foi toda feita com matérias disponíveis localmente, madeira MDF reutilizada de móveis em desuso e o piso da esteira de polietileno. Para o protótipo foi usado o motor de 12v, aproveitado de uma impressora danificada, que faz o polietileno se mover em volta de roletes entre a estrutura da esteira. Na figura 2 vemos uma foto da esteira montada.

O sistema todo é controlado por uma placa arduino uno, programada por computador. Utilizou-se, além do sensor de cores modelo TCS230, um sensor ultrassônico de presença, um servomecanismo para movimento da haste seletora e relé para acionamento do motor. Na figura 3 temos um diagrama em blocos que explica o algoritmo construído. Inicialmente o produto entra na esteira em movimento, sendo conduzido pelas hastes direcionadoras, quando o produto passa pela posição do sensor de cores, o sensor de posicionamento identifica a sua presença, e a placa controladora desativa o relé que desliga o motor, então a esteira para de se movimentar, essa etapa é necessária devido ao tempo para que o sensor TCS230 detecte a sua cor. Após isso, o motor é religado e o produto segue para a direita ou para a esquerda de acordo com as hastes de seleção, uma delas acoplada a um servomecanismo que controla sua posição.

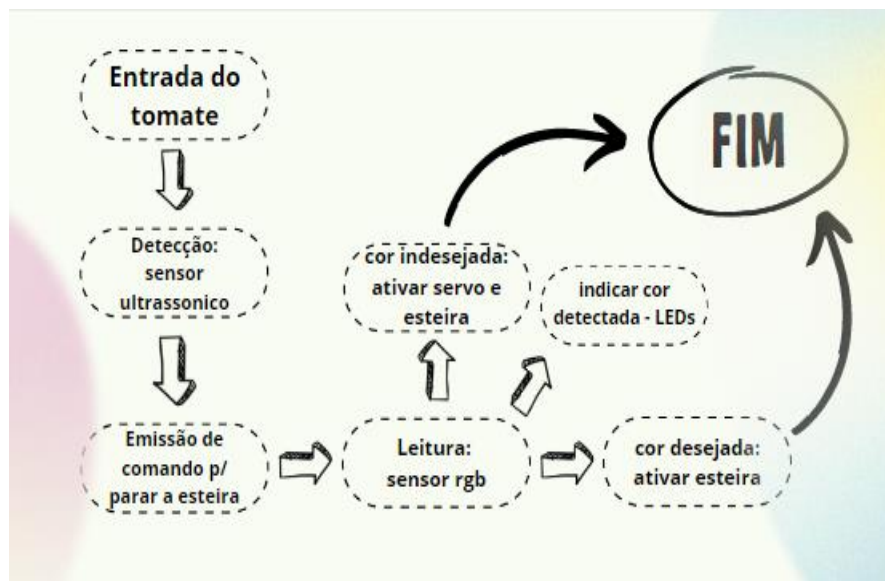


Figura 3- Diagrama em blocos das etapas de funcionamento do sistema.
 Fonte: Autores, 2023

Na Figura 4 vemos o coração do sistema é o sensor TCS230 (9), ele possui 4 LEDs (Diodo Emissor de Luz), os quais iluminam o objeto a ser identificado. Trata-se de um sensor com conversores de luz-frequência programáveis que combina fotodiodos de silício com um conversor de corrente por frequência, distribuídos em um único chip. Obtêm-se como saída uma onda quadrada com ciclo de trabalho de 50%, sendo a frequência diretamente proporcional à intensidade da luz. Suas entradas e saídas são digitais, o que permite uma interface direta com o microcontrolador.



Figura 4 – Sensor TCS230 onde pode-se ver os 4 LEDs brancos que iluminam o objeto e o fotodiodo detector no interior do invólucro de proteção.
 Fonte: ElectroFun blog (2021)

Durante o desenvolvimento do programa de controle foram realizadas simulações utilizando a plataforma de simulação online para o Arduino *tinkercad* (10). Dessa forma foi possível antever o comportamento do sistema e encontrar erros no código desenvolvido.

O sistema todo é controlado com a placa Arduino acoplada a um computador que permite o controle do sistema. Na Figura 5 vemos uma foto da placa bem como do computador utilizado nesse desenvolvimento.

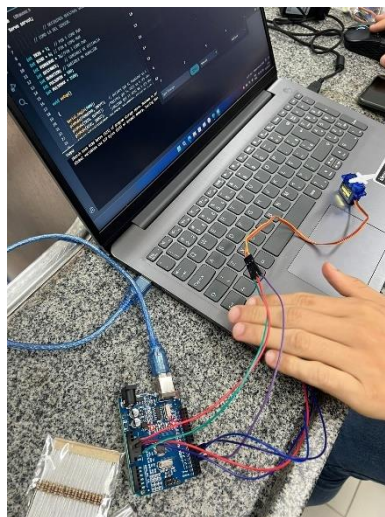


Figura 5 – Arduino, computador e o servomecanismo de acionamento da haste seletora.
Fonte: Autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a construção do protótipo mostrado na figura 1, foi feito um estudo da sua eficiência através de uma simulação. Essa simulação consistiu no uso de bolas de bilhar vermelhas e azuis. Para os testes foram realizadas 10 medidas em um conjunto de 10 bolas azuis e 10 bolas vermelhas, totalizando 20 medidas por amostra. A programação da esteira foi feita para que, quando fosse detectada uma bola azul, a haste seletora se moveria e a bola cairia no recipiente da direita, caso fosse detectada uma bola vermelha, a haste permaneceria no local conduzindo a bola para o recipiente da esquerda. Portanto, considera-se um erro quando a bola vermelha cai no recipiente da direita ou quando a bola azul vai para o recipiente da esquerda. Na tabela 1 vemos o número de acertos e erros para cada cor em cada conjunto de medidas.

Tabela 4 – Distribuição de erros e acertos para bolas de diferentes cores.

Amostra	Medidas	Azul		Vermelho	
		Acertos	Erros	Acertos	Erros
1	20	8	2	9	1
2	20	8	2	8	2
3	20	7	3	9	1
4	20	8	2	9	1
5	20	9	1	10	0
6	20	8	2	9	1
7	20	9	1	7	3

8	20	10	0	10	0
9	20	9	1	9	1
10	20	8	2	9	1

Fonte: Autores, 2023

A partir desses resultados obtivemos o valor médio, a mediana e o desvio padrão para os acertos com as bolas azuis e vermelhas, mostrados Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados estatísticos referentes aos acertos

	Valores Estatísticos	
	Azul	Vermelho
Média	8,4	8,9
Mediana	8,0	9,0
Desvio Padrão	0,843	0,876

Fonte: Autores, 2023

No quadro podemos observar que as bolas vermelhas apresentaram resultados melhores com uma média de acertos e valor da mediana maiores. Porém, observamos que o desvio padrão das bolas vermelhas ficou maior que o das bolas azuis. Isso pode ter origem na iluminação ambiente que afeta os resultados. Os experimentos foram realizados sob luz fluorescente. O sensor TCS230 é muito sensível à luz ambiente o que altera a eficiência da sua leitura. A iluminação ambiente interfere na leitura das cores por causa do infravermelho presente na maioria das lâmpadas e qualquer pequena alteração na fonte de luz, mesmo que seja uma mudança de local no mesmo ambiente causa a instabilidade de leitura. Neste protótipo a velocidade da esteira não foi controlada, por isso a necessidade de pará-la quando o produto estiver sob o sensor de cores. Outra questão que pode ter aumentado o número de erros é a dificuldade em manter as bolas na posição correta, devido a falta de controle no movimento da esteira, algumas vezes as bolas não se mantiveram na posição correta devido a aceleração ou desaceleração brusca da esteira. Acreditamos que com o controle da sua velocidade e um melhor posicionamento do sensor de cor, poderemos melhorar os resultados.

CONCLUSÕES

A melhoria na produtividade da indústria passa necessariamente pelo uso de sistemas tecnológicos. A indústria de alimentos tem, de forma geral, um grande impacto na economia de regiões como o Nordeste do Brasil. Essa indústria, porém, apresenta uma grande diversidade de tamanhos, indo desde pequenas e micro indústrias de base familiar até grandes plantas de processamento. Assim, com o aumento da produtividade advindo do desenvolvimento tecnológico podemos passar a ver um fosso cada vez maior entre as

pequenas e grandes indústrias. Portanto, é urgente desenvolver conhecimento e sistemas de baixo custo, que possam ser implementados em pequenas e micro indústrias.

Neste trabalho apresentamos o desenvolvimento um protótipo de esteira seletora por cores que pode ser usada com qualquer produto, utilizando a plataforma arduino. O sistema foi todo construído com materiais reciclados ou de baixo custo. O protótipo funcionou como esperado, porém, serão necessários desenvolvimentos posteriores para aperfeiçoar o sistema. Devido a uma dificuldade de calibração do sensor não se conseguiu obter resultados para a cor verde, essencial para separação de frutas. Também, necessita-se incluir um controle de velocidade para a esteira, buscando uma velocidade que permita a leitura da cor. Por fim, modificar a iluminação ambiente, buscando uma iluminação que aumente a eficiência do sensor de cor. Dessa forma pretendemos diminuir o desvio padrão e aumentar o número de acertos para todas as cores.

Observamos que o desenvolvimento de um sistema automatizado utilizado a prototipagem com Arduino pode vir a ter um importante impacto em pequenas e microempresas. As melhorias e aperfeiçoamentos no sistema são necessários para levá-lo para uma aplicação real.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao professor Alberto Einstein Pereira de Araujo pelo uso do Laboratório de Física de Instrumentação do LACTAL/UFPE e das placas arduino uno, bem como sensores e demais componentes e ferramentas necessárias neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1 – QUEIROZ, M. E. Elaboração e implementação de um protótipo de esteira seletora por cor. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017.
- 2 – GOEKING, W. Da máquina a vapor aos softwares de automação. [Internet] 2023 [Acesso em 15 de outubro de 2023]. Disponível em https://www.voltimum.com.br/sites/www.voltimum.com.br/files/memoria_maior_10.pdf.
- 3 – DELLAZARI, G. S. Bancada Didática de Automação Industrial: Esteira Seletora de Itens [Trabalho de Conclusão de Curso]. Universidade Federal de Santa Maria, campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS, RS). 2023.
- 4 - BUENO, L.; COSTA, M. A.. Automação de uma Esteira Seletora por Meio de CFTV. 2011. 68f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia Eletrônica Ênfase em Automação de Processos Industriais) – Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Modalidade Automação de Processos Industriais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- 5 – CHENG C. ; MESSINGER, C.; SCHMITT,J.; SCHNELTE, M.; WEBER, P. Semantic degrees for industrie 4.0 engineering: deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies.In: European Software Engineering Conference, 2015, Bergamo. Proceedings...Nova York: ACM New York, 2015. p.1010–1013
- 6 – LEAL, R. D. G.. Impactos sociais e econômicos da robotização, estudo de caso do projeto Roboturb. [Dissertação]. UFSC 2005.



7 – CORISCO, C. A. Sistema Automatizado para Separação de Objetos Baseado em Cores [Trabalho de Conclusão de Curso]. UFPR. 2014

8 - BLENDER, T. C. Classificação e Recuperação de Imagens por Cor Utilizando Inteligência Artificial. [Dissertação]. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2003.

9 – POYNON, C. Sensing color with the TAOS TCS230. [Internet] 2023 [Acesso em 15 de outubro de 2023]. Disponível em <https://invdisa.com/MisDataSheet/DataSheetTCS230B.pdf>.

10 – Arduino Simulator. [Internet] 2023 [Acesso em 15 de outubro de 2023]. Disponível em <https://www.tinkercad.com/things/fIHpOFbJ1CN-arduino-simulator-and>.

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO ACERCA DA PROTEÍNA DP FEIJÃO: ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Tamiris Ramos da Silva¹; Mirella Madeira Costa de Amorim²; Maria Clara Primo de Farias³; Emmanuela Prado de Paiva Azevedo⁴

¹Estudante do Curso de Graduação em Gastronomia – CG – UFRPE; E-mail: Thamyramos15@gmail.com

²Mestranda do Programa de Pós-graduação de Ciência e Tecnologia dos Alimentos – PGCTA – UFRPE

³Mestranda do Programa de Pós-graduação de Ciência e Tecnologia dos Alimentos – PGCTA – UFRPE

⁴Docente do Departamento do Programa de Pós-graduação de Ciências e Tecnologia dos Alimentos– PGCTA – UFRPE

Resumo

O feijão é uma leguminosa com potencial proteico para substituir produtos de origem animal, portanto é de suma importância entender suas propriedades e funcionalidade. Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo trazer um levantamento bibliométrico de “proteínas do feijão” utilizando a base de dados *Scopus* e processamento no software *VOSviewer*. Os resultados demonstraram que a China é o país que mais contribui com pesquisas contendo essa temática, devido seu investimento em autossuficiência alimentar e as inovadoras tecnologias que possuem. As palavras-chave mais colocadas foram aquelas que corroboram para a tese de uma alta produção de estudos com proteína do feijão por conta da crescente troca de alimentos de origem animal por vegetal, além disso, os documentos mais citados são aqueles que trazem inovação na funcionalidade da proteína e sobre sua extração. Portanto, visando a alta demanda de estudos com proteína do feijão, o presente artigo é de suma utilidade para o planejamento e tomada de decisão para potencializar novos estudos contendo a temática abordada.

Palavras-chave: Proteína; Feijão; Tecnologia.

INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus Vulgaris, L.*) é uma importante fonte de proteína vegetal na alimentação da população mundial, sendo sua plantação mais adaptada a regiões temperadas e subtropicais. No Brasil, é a leguminosa mais consumida pela população, principalmente pelas classes socioeconômicas menos favorecidas e está presente em diversos pratos tradicionais, como feijoada, baião de dois, tutu, entre outros, de acordo com a disponibilidade de cada região (SOARES, 1995; FERNANDES, 2007; BARRIGOSI, et al., 2021).

A composição centesimal dos feijões depende de vários fatores, como as condições de plantio, incluindo o solo, adubação e armazenamento, além da variedade genética e da espécie. Nutricionalmente, é um grão rico em fibras solúveis, as quais estão relacionadas à redução de níveis de colesterol e de açúcares, o que contribui na diminuição de índices de diabetes tipo 2. Em relação aos carboidratos, o feijão contém 60%, sendo o amido o seu principal representante. O valor proteico do feijão varia de acordo com os fatores supracitados, apresentando, em algumas variedades, a cada 100g, cerca de 35% de proteína, tornando-se uma potencial fonte alternativa de consumo (TACO, 2011; RONKO, 2021; MOJICA, 2016).

A proteína é um macronutriente formado por aminoácidos que se ligam covalentemente por ligações peptídicas, envolvendo um grupo amino e um ácido carboxílico, liberando uma molécula de água. Atualmente, são reconhecidos 21 aminoácidos, dos quais oito são denominados como essenciais, fornecidos pelo organismo e os não essenciais, obtidos por meio de dieta (BRUICE, 2006). Além da grande importância proteica na dieta, o feijão contém compostos fenólicos, que possuem capacidade antioxidante e combatem os radicais livres. Quando consumidos de maneira regular, assumem um papel relevante na diminuição de doenças cardiovasculares, alguns tipos de cânceres, mal de Alzheimer e Parkinson (RODRÍGUEZ MADREDA, et al., 2020; CUNHA, 2020).

Apesar de ser reconhecido como alimento potencialmente proteico, seu valor biológico é baixo quando comparado com proteínas de outros alimentos, devido ao baixo nível de aminoácidos sulfurados. Portanto, a qualidade proteica está relacionada ao perfil de aminoácidos e ao grau de digestibilidade, ou seja, há uma menor disponibilidade das proteínas de origem vegetal quando comparada às proteínas de origem animal. Entretanto, tem sua absorção aumentada a partir de técnicas de cocção, germinação e remolho (SÁ, MORENO, CARCIOFI, 2019). A digestibilidade é um parâmetro que avalia o aproveitamento de uma fonte proteica, influenciada por vários fatores como compostos fenólicos, inibidores de proteína e tratamento térmico. A digestibilidade do feijão (cru - *in vitro*) varia de 25% a 73% (MESQUITA, 2007).

Assim, tendo em vista o potencial e a composição da proteína do feijão, identificar e compreender seus principais focos de uso e áreas que estão utilizando estes produtos são algumas das colocações que precisam ser elucidadas para aumentar e garantir credibilidade de um projeto, que pode ser construído com base em uma análise bibliométrica (BARBOSA JÚNIOR et al, 2021). Inicialmente, a bibliometria era voltada para medir a quantidade de edições e exemplares de livros, bem como sua contagem de palavras, e que se expandiu para outros formatos de produção bibliográficas, englobando artigos e periódicos (SOUZA et al, 2016 APUD FERREIRA; SILVA, 2019)

De acordo com a literatura, bibliometria é um campo de estudos que possui por objetivo principal, mensurar a produção científica, por meio de técnicas quantitativas que através de dados estatísticos contribuem para o mapeamento do desenvolvimento, desempenho e crescimento de pesquisa de um determinado assunto (COSTA, OLIVEIRA, 2020; DE SANTI, 2023). Que permite mensurar a produção acadêmica de temas, áreas de conhecimento, contagem de autoria e coautoria, a partir da análise de publicações, citações, cocitações, etc (FERREIRA; SILVA, 2019).

Por ser uma pesquisa quantitativa, pode ser aplicada em amostras grandes e com uma maior abrangência de possibilidades que permite entender o que de fato uma área ou segmento explora e deste modo permite executar uma tomada de decisão com uma abordagem mais gerencial. Melhorando o contexto, com uma discussão mais aprofundada e o contexto analisado, além de favorecer uma maior visibilidade dos trabalhos de revisão (FERREIRA; SILVA, 2019)

A ascendente necessidade de compreender e avaliar as produções científicas, justificam o surgimento da bibliometria que além de validar estas ideias, possibilita o reconhecimento dos pesquisadores e estudiosos, por meio do material disponível existente e contribui para a geração de novos conhecimentos. Atualmente pesquisas bibliométricas são baseadas em princípios quantitativos e estatísticos que teve contribuição ao decorrer do século XXI, de autores como Bradford, Lotka, Zipf, Price, Pritchard, Otlet, dentre outros (PIMENTA et al, 2017).

Sua evolução acompanhou o advento da internet e *softwares* mais sofisticados, que foram desenvolvidos para aplicar as técnicas bibliométricas, que se fundamentam em três leis empíricas: Lei de Produtividade de Autores de Lotka (1926), Lei de Dispersão de Periódicos de Bradford (1934) e a Lei de Frequência das Palavras de Zipf (1949). Estas leis contribuem, principalmente, na análise dos dados numa investigação quantitativa relacionada à citação do autor e palavras-chave (de SANTI et al, 2023; PIMENTA et al, 2017).

Essa análise permite mapear a informação e facilita a busca, pois permite uma visualização rápida dos indicadores presentes como clusters e redes, sendo os de relevância países, autores, artigos e instituições; além de auxiliar no planejamento e ações (BARBOSA JUNIOR et al, 2021; PIMENTA et al, 2017; COSTA, OLIVEIRA, 2020). Nessa perspectiva, a presente pesquisa objetiva realizar uma análise bibliométrica com uso do *software VOSviewer* na base de dados *Scopus*, referente à proteína do feijão e suas aplicações em pesquisas no Brasil e no mundo.

METODOLOGIA

O presente artigo trata-se de uma análise bibliométrica, realizada com intuito de abranger diversos estudos presentes em uma base de dados, tirando proveito das informações mais relevantes, dentro âmbito acadêmico, para Proteínas do Feijão Comum, envolvendo um levantamento das afiliações que mais se destacam, países e autores que mais produzem, aqueles que são mais relevantes dentro da temática e palavras-chave mais frequentes, além dos documentos mais citados. Os dados foram retirados da base *online Scopus*, selecionada devido ao fato de possuir periódicos de alta projeção internacional, além de fornecer histogramas que ilustram a progressão dos estudos publicados e possuir acesso gratuito.

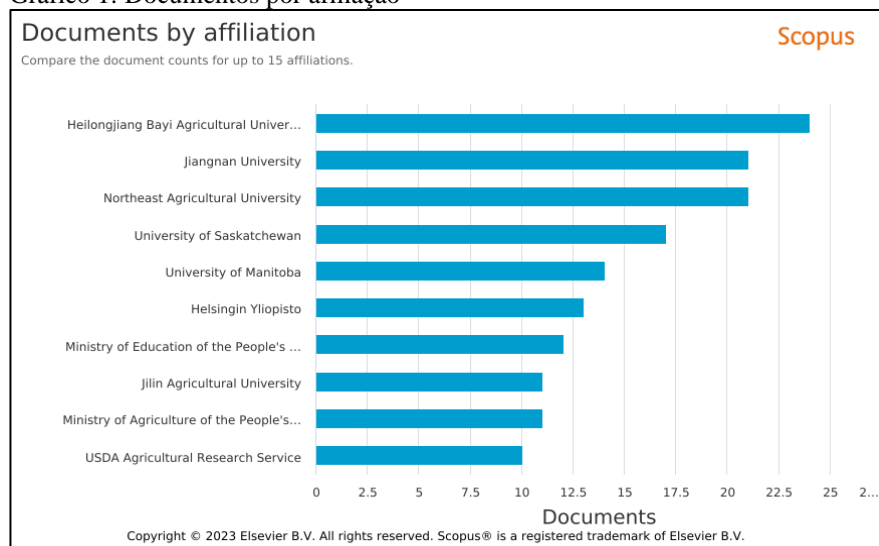
A avaliação e download do material foram realizadas no dia 05 de outubro de 2023, englobando-se os artigos de pesquisa e artigos de revisão, inicialmente o rastreamento foi feito utilizando os termos “BEAN*” “PROTEIN”. Posteriormente aplicou-se filtros com o período compreendido entre 2017 e 2023, além de restringir apenas às áreas de pesquisas para estudos que estejam envolvidos em “Ciências agrárias e biológicas”, “Química” e “Bioquímica, Genética e Biologia Molecular”, não houve restrição de idioma. Os artigos exibidos foram selecionados e exportados em arquivo tipo CSV, contendo informações sobre autor, título, fonte, resumo, palavra-chave, endereços, referências citadas e uso, financiamento, entre outros.

O *software* utilizado para rodar as informações geradas pela base de dados *Scopus* foi o *VOSviewer*, programa desenvolvido para construção e visualização de mapas bibliométricos, permitindo que, através do visualizador, sejam examinados detalhadamente (Van Eck & Waltman, 2010). Para avaliação da ocorrência de palavras-chaves, selecionou-se aquelas que foram citadas no mínimo cinco vezes entre os documentos, enquanto na análise de países que mais produziram e cocitação entre autores, não houve filtro. Em relação à citação de documentos, selecionou-se aqueles que foram citados no mínimo cinco vezes por outros artigos. Os dados estatísticos foram obtidos pelo próprio banco de dados do *Scopus* e também pelo *software* do *VOSviewer*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra do estudo correspondeu a um número de 545 artigos, onde 16 eram artigo de revisão e 529 de pesquisa, foi possível identificar que a instituição afiliada que mais produziu artigos relacionados ao tema central “proteína do feijão” foi a *Heilongjiang Bayi Agricultural University*, fundada em 1958 na província de Heilongjiang, China. Tornando-se uma grande universidade agrícola multidisciplinar com ênfase em disciplinas agrícolas aplicáveis, é possível observar no gráfico 1 que a Universidade de Heilongjiang produziu aproximadamente 25 artigos entre os anos de 2017 e 2023.

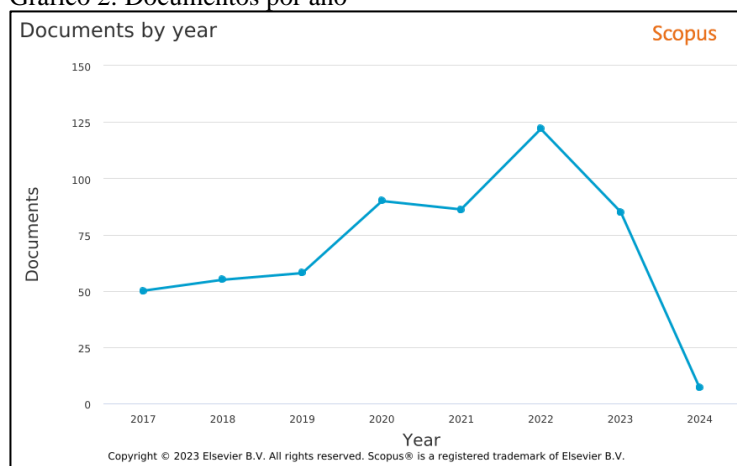
Gráfico 1: Documentos por afiliação



Fonte: *Scopus*, 2023.

Por ano, houve uma crescente exponencial nas pesquisas científicas com relação às proteínas presentes nos feijões, observa-se que no ano de 2019 o número de artigos publicados foi de aproximadamente 50 artigos/ano. Enquanto no ano de 2022 houve um salto para aproximadamente 125 artigos/ano (gráfico 2). Uma hipótese para esse crescimento pode ser respondida devido a reunião realizada em 2016 pelas Nações Unidas, que em 7 março declarou que seria o Ano Internacional das Leguminosas, devido ao reconhecimento do papel fundamental que as leguminosas têm na segurança alimentar e nutricional (FAO, 2016). O aumento do consumo de produtos *plant-based* é outra justificativa plausível para a crescente produção de estudos contendo a proteína do feijão, pois pode possuir potencial para atingir a necessidade proteica diária das pessoas (EMBRAPA, 2021; EMBRAPA, 2023).

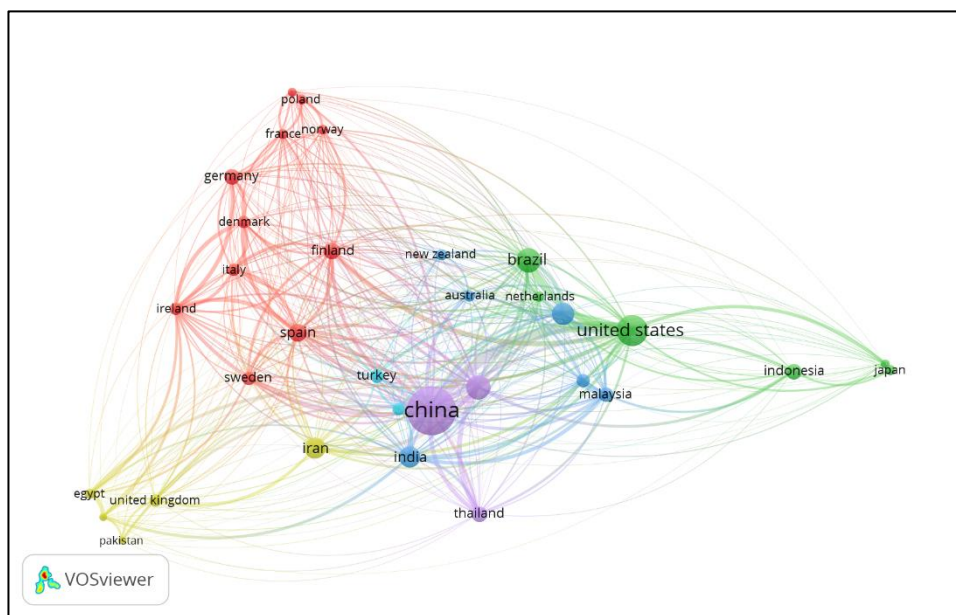
Gráfico 2: Documentos por ano



Fonte: *Scopus*, 2023.

Pela análise entre países que mais produzem dados e tecnologia acerca do assunto, foi possível visualizar, através do *VOSviewer*, que a China segue como o principal país (Figura 1) com 153 publicações, ligado com pesquisas de outros 32 países, seguido pelos Estados Unidos, com 66 artigos. Devido sua extensão territorial, sendo a terceira maior do mundo, a China é primeiro maior produtor agrícola, seguido pelos Estados Unidos, além de ser uma das maiores potências mundiais, investindo principalmente em tecnologia e avanços de novos manejos no campo, seu governo estabeleceu estratégia de autossuficiência alimentar, baseada na produção doméstica de grãos (FAO, 2021; ANDREATTA, 2022). Também é possível observar que com 40 artigos, o Brasil é o terceiro país com maior quantidade de publicação, no entanto é possível observar que seu *cluster* não há ligação forte e direta com a China, visto que a hábito alimentar brasileiro possui influência direta da culinária africana (Marrocos, Argélia, Tunísia, Líbia, Egito, entre outros) e parte da norte americana (IDEC, 2022).

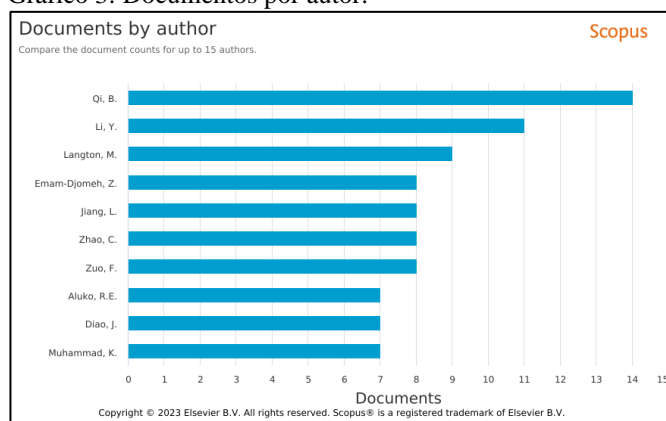
Figura 1: Documentos por países.



Fonte: VOSviewer, 2023.

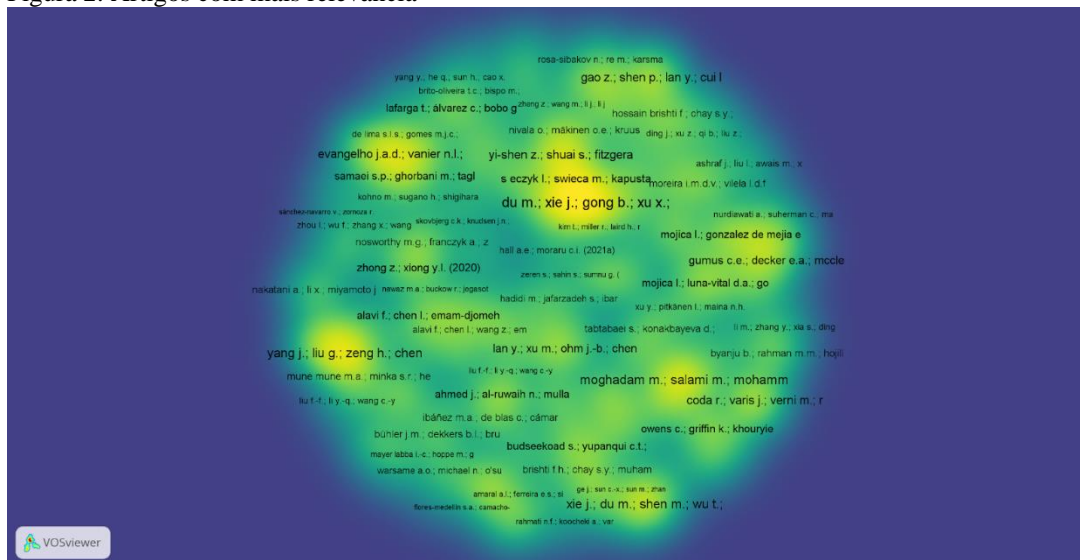
Segundo o gráfico 3, o autor Qi, B. foi o que mais contribuiu com a produção científica, produzindo 14 artigos período determinado, seguido pelos autores Li, Y. com 11 e Langton, M. com 8 artigos publicados. No entanto, nenhum dos três colaborou com os documentos mais citados (Figura 2), publicados na revista *Food Hydrocolloids* em 2018, os dois artigos com mais citações foram de pesquisa, “Extração, características físico-químicas e propriedades funcionais da proteína do feijão mungo” dos autores Du, Mengxia; Xie J.; Gong, Bin; Xu, Xin; Tang, Wei; Li, Xuan; Li, Chang; Xie, Mingyong, onde é descrito um método de extração da proteína do feijão mungo e dessa forma, vem sendo utilizado na construção de outros pesquisas que utilizam a mesma variedade. Seguido pela publicação dos autores Jingqi Yang, Guangyu Liu, Hongbo Zeng, Lingyun Chen, o artigo “Efeitos da homogeneização de alta pressão na agregação de proteínas da fava em relação à solubilidade e propriedades interfaciais” que possui 163 citações, traz uma temática inovadora sobre como as propriedades estruturais e funcionais das proteínas globulares da fava podem ser modificadas quando submetidas a tratamentos térmicos, focando na sua solubilidade.

Gráfico 3: Documentos por autor.



Fonte: Scopus, 2023.

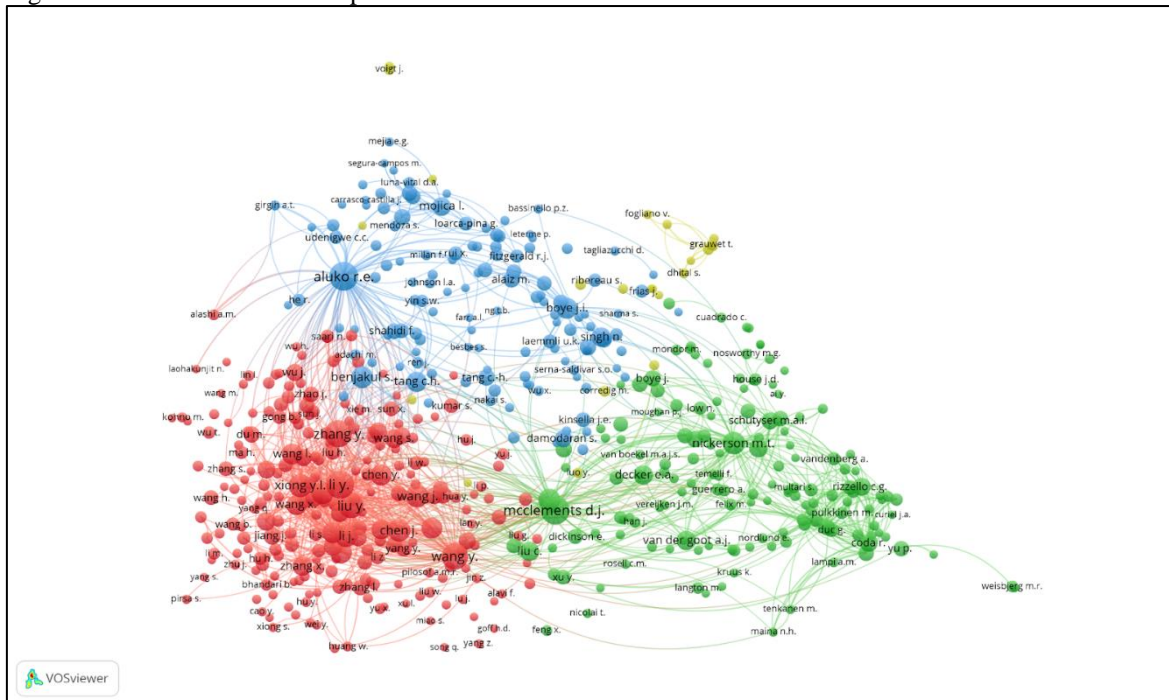
Figura 2: Artigos com mais relevância



Fonte: VOSviewer, 2023.

Enquanto na Figura 3, observa-se que a ligação/colaboração de autores entre si é dividida por nicho, onde cada cor é um nicho diferente, porém os autores se ligam diretamente e indiretamente, por existir coautoria em estudos. O autor com mais relevância no nicho com coloração azul é Aluko, R. E., com 230 citações e participação em outros três *clusters*, abrange em seus artigos assuntos sobre a proteína do feijão mungo, especialmente sobre a caracterização e funcionalidade dos peptídeos, abrangendo sua utilização em outras áreas, como na da ciência médica. No de coloração vermelha, o autor Li, Y. se destaca com 223 citações, além de ser o segundo autor que mais produz, porém não tem participação em estudos de outras temáticas, visto que foca apenas na caracterização dos feijões e suas funcionalidades. McClements, D. J. possui 230 citações, além de participar de outros 2 *clusters* além do verde, dentro do *cluster* de coloração amarela, o autor que possui mais relevância é o Voigt, J., porém, não divide coautoria e tem apenas produções independentes.

Figura 3: Relevância de autores por nicho.



Fonte: VOSviewer, 2023.

Foi possível observar através da figura 4, as principais palavras chaves mencionadas nos 529 documentos encontrados, onde em 197 artigos foi encontrada a palavra “*proteins*”, seguido por “*chemistry*” com 94 ocorrências e em 85 artigos “*plant protein*” foi mencionada. Levando em consideração que os artigos selecionados são recentes (últimos seis anos) e acompanhado pela alta procura da população por produtos que contenham proteína vegetal, com intuito de substituir alimentos de origem animal, seja por estilo de vida vegetariano ou vegano, por motivos sociais, econômicos e/ou culturais, é entendível a maior ocorrência dessas palavras-chave. Visando esses motivos, há uma crescente necessidade de estudos que ampliem o entendimento completo das proteínas proveniente dos feijões, suas propriedades, funcionalidades, digestibilidade e biodisponibilidade (EMBRAPA, 2023; SVB, 2022).

REFERÊNCIAS

1. SOARES, G. J. D., ANTUNES, P., BILHALVA, A. Valor nutricional de feijão (*Phaseolus Vulgaris*, L.) cultivares Rico 23, Carioca, Piratã 1 e Rosinha-G2. Vol. 1 No. 1 (1995).
2. FERNANDES, A. C.; DUTRA, B. E.; PROENÇA, R.P.C. Critérios de qualidade nutricional e sensorial de preparações de feijão preto e vermelho. *Nutrição em Pauta*, v. 85, p. 68-72, 2007.
3. BARRIGOSI, J. A. F., FERREIRA C. M. Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar. Brasília, DF: Embrapa; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2021. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1134359>.
4. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) / NEPA-UNICAMP. Versão II. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2. ed. 2011.
5. RONKO, L. Z., CHEZINI, A., et AL. Caracterização físico-química de feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) e das propriedades tecnológicas de sua fração amido. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. v. 17, n. 1 (2023) Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>.
6. MOJICA, L., LUNA-VITALA, D., MIJÍAA, E. G. Caracterização de peptídeos de isolados proteicos de feijão comum e seu potencial para inibir marcadores de diabetes tipo 2, hipertensão e estresse oxidativo. Publicado online na Biblioteca Online Wiley, 2016. DOI 10.1002/jsfa.8053.
7. BRUCE, Paula Yurkanis. *Química Orgânica*. 4. ed, volume 2. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
8. RODRÍGUEZ, R. M., et al. "Characterization of Extractable Phenolic Profile of Common
9. Bean Seeds (*Phaseolus Vulgaris* L.) in a Spanish Diversity Panel". *Food Research International*, vol. 138, dezembro de 2020, p. 109713. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109713>.
10. CUNHA, E. M. F.; FREITAS, T. K. T.; PINHEIRO, É. M.; ROCHA, M. de M.; ARAUJO, M. A. da M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. dos R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante em linhagens de feijão-caupi. Atena Editora, 2020. DOI 10.22533/at.ed.060201606.
11. SÁ, A. G. A.; MORENO, Y. M. F.; CARCIOFI, B. A. G. Food processing for the improvement of plant proteins digestibility. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 60, n. 20, p. 3367-3386, 2019.
12. MESQUITA, F. R. Linhagens de feijão: Composição química e digestibilidade proteica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Ciênc. agrotec. 31 (4). Ago 2007 <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000400026>.
13. JÚNIOR, L. G. B.; ALMEIDA, F. L. C.; LUNA, L. C.; CASTRO, M. P. J.; ALMEIDA, E. C. Óleo e farinha de algodão: Um estudo bibliométrico. *HOLOS*, [S. l.], v. 2, p. 1–17, 2021. DOI: 10.15628/holos.2021.10695.
14. COSTA, M. E. O.; OLIVEIRA, D. A. Ciência da Informação e Bibliometria: mapeamento da produção científica em periódicos brasileiros na temática Educação a distância. *BIBLOS*, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 19–44, 2020. DOI: 10.14295/biblos.v34i1.11133.

15. de SANTI, C. A. N., VASCONCELOS, S. A., OLIVEIRA, V. M. de, REDIGOLO, F. M. Análise Bibliométrica sobre Repositórios Institucionais e Acesso Aberto no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes. *Brazilian Journal of Information Science: research trends*, vol.17, publicação contínua, 2023, e023002. DOI:10.36311/1981-1640.2023.v17.e023002
16. FERREIRA, J. B.; SILVA, L. de A. M. O uso da bibliometria e sociometria como diferencial em pesquisas de revisão. *Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação*, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 448–464, 2019.
17. PIMENTA, A. A., PORTELA, A. R. M. R., OIVEIRA, C. B., & RIBEIRO, R. M. (2017) A bibliometria nas pesquisas acadêmicas. *SCIENTIA: Revista de ensino, pesquisa e extensão*, v. 4, n. 7.
18. FAO. As leguminosas podem ajudar a combater as mudanças climáticas, a fome e a obesidade na América Latina e Caribe [Internet]. 2016 [Acesso em 2023 out 12] Disponível em: <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/409622/>.
19. Artigo: Evolução dos alimentos plant-based no Brasil [Internet]. 2021 [Acesso em 2023 out 12] Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/67002613/artigo-evolucao-dos-alimentos-plant-based-no-brasil>.
20. Pesquisa desenvolve concentrado proteico de feijão carioca [Internet]. 2023 [Acesso em 2023 out 12] Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/83960420/pesquisa-desenvolve-concentrado-proteico-de-feijao-carioca>.
21. MENGXIA, DU, JIANHUA XIE, BIN GONG, XIN XU, WEI TANG, XUAN LI, CHANG LI, MINGYONG XIE. Extraction, physicochemical characteristics and functional properties of Mung bean protein, *Food Hydrocolloids*, Volume 76, 2018, Pages 131-140, ISSN 0268-005X. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.01.003>.
22. YANG, JINGQI, GUANGYU LIU, HONGBO ZENG, LINGYUN CHEN. Effects of High Pressure Homogenization on Faba Bean Protein Aggregation in Relation to Solubility and Interfacial Properties. *Food Hydrocolloids*, vol. 83, outubro de 2018, pp. 275–86. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.05.020>.

O PAPEL DAS LEVEDURAS NA PRODUÇÃO DE PROTEÍNAS: O FUTURO DA ALIMENTAÇÃO

Rogério Silva de Almeida¹; Fábio Anderson Pereira da Silva²; Michela de Lima Bezerra³; Danilo Salustiano dos Santos⁴; Normando Mendes Ribeiro-Filho⁵

¹Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos- PPGCTA – UFPB;

E-mail: rogersilvva0@gmail.com

²Docente/pesquisador do Depto de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – DGTA – UFPB

E-mail: fabio.silva@academico.ufpb.br

³Mestranda em Tecnologia Agroalimentar – PPGTA – UFPB

E-mail: michelladelimabezerra@gmail.com

⁴Mestrando em Engenharia e Ciência de Alimentos – PPGECA

E-mail: nilodansantos7@gmail.com

⁵Docente/pesquisador do Depto de Solos e Engenharia Rural – DSER

E-mail: normandofilho@cca.ufpb.br

Resumo: A demanda global por proteínas tem aumentado no decorrer dos anos, incentivando cada vez mais investigações por fontes alternativas de proteína sustentáveis e mais saudáveis. Partindo dessa premissa, as proteínas de levedura (de origem microbiana) apresentam elevada biodisponibilidade possibilitando sua utilização como novas alternativas para aplicações alimentares. Para isso, este estudo visa revisar o processo de produção, composição, bem como as propriedades funcionais e as diversas aplicações dessas proteínas no ramo alimentício. A obtenção das proteínas de levedura utilizando diversos tipos de resíduos como meio de cultura destaca seu potencial como uma fonte proteica alternativa mais sustentável. Além disso, apresenta uma proporção razoável de aminoácidos, minerais e vitaminas em sua composição. Essas proteínas podem ser hidrolisadas para produção de peptídeos de levedura e podem também ser utilizadas como suplementos proteicos, aromatizantes naturais, agentes de colagem, extensores de carne e dentre outras aplicações. Em conclusão, o uso da biomassa proteica de levedura pode ser a melhor opção para a nutrição humana e animal, auxiliando nos problemas de escassez proteica e possibilitando uma melhor segurança alimentar mundial.

Palavras-Chave: Alimentação; Leveduras; Proteínas; Sustentabilidade

INTRODUÇÃO

As proteínas são componentes fundamentais na constituição dos tecidos e órgãos humanos. É imprescindível que as pessoas consumam uma quantidade adequada de proteína de alta qualidade em sua dieta para garantir um bom funcionamento metabólico e fisiológico (1). Entretanto, com o crescimento exponencial da população global, a demanda por alimentos tem aumentado rapidamente, especialmente por produtos proteicos. Esse crescimento populacional, aliado ao rápido aumento na busca por fontes proteicas de origem animal, está gerando um desequilíbrio entre a oferta atual de carne e a demanda projetada para 2050 e os anos seguintes (2).

Portanto, um dos desafios mais urgentes do mundo para a crescente população é a produção de produtos proteicos de fácil acesso, sem que isso cause impactos negativos no meio ambiente. Além disso, pesquisadores de diversos países estão interessados em desenvolver alimentos mais saudáveis, que contenham uma boa composição de aminoácidos e teores de gordura ideais, sendo produzidos de maneira ecologicamente responsável (3).

Atualmente, as proteínas de origem vegetal e animal são as mais comuns de serem encontradas e consumidas no mercado. No entanto, apesar das proteínas de origem vegetal serem nutricionalmente valiosas, sua produção requer a disponibilidade de muitos hectares de terras aráveis para cultivo e uso de muita água. Já no caso da proteína animal, o tempo para obtenção é muito maior, além da crescente preocupação com a limitação de recursos naturais, tornando sua produção uma prática cada vez mais insustentável (4). Desse modo, a necessidade de proteína gera desafios científicos voltados para o desenvolvimento de novas estratégias nutricionais e a busca por fontes alternativas de proteínas (2).

Entre essas fontes alternativas, a obtenção de proteínas unicelulares a partir de células de levedura são uma das formas mais desejáveis, isso ocorre devido ao fato das leveduras serem um grupo de microrganismos unicelulares que têm sido amplamente utilizados na indústria de alimentos (5). Além disso, a produção de proteína a partir de leveduras é considerado um método sustentável e ambientalmente correto, e todo o processo de obtenção não é limitado por técnicas agrícolas e vários fatores ambientais como as proteínas de origem animal e vegetal (6).

A obtenção dessas proteínas unicelulares se dá a partir do cultivo das leveduras em resíduos que podem ser de diversos ramos da indústria agroalimentar (7). Essa proteína microbiana também é denominada como bioproteínas, biomassa proteica ou proteínas de célula única, apresentando as vantagens de serem obtidas em um tempo mais curto, com custos de cultivo e colheita mais baixos em comparação com a agricultura e pecuária. No entanto, apesar dessas vantagens, as proteínas de levedura ainda desempenham um papel limitado na nutrição humana e requerem mais pesquisas para sua aplicação na indústria de alimentos, a fim de atender à crescente demanda global por proteínas (8).

Desse modo, esta revisão teve como objetivo oferecer um conhecimento abrangente das proteínas de levedura, abordando aspectos que incluem sua produção, composição e potenciais aplicações na indústria de alimentos com o intuito de destacar que proteínas microbianas podem ser usadas como novas proteínas alternativas.

TÓPICOS

PRODUÇÃO DE PROTEÍNAS DE LEVEDURA

A obtenção de biomassa de levedura e concentrados proteicos por meio da fermentação de resíduos agrícolas (Fig. 1), representa um dos métodos mais eficazes para produção de proteínas de levedura. Isso ocorre, devido a elevada taxa de reprodução e o elevado teor proteico das leveduras, assim como a sua habilidade de utilizar diferentes fontes de carbono, incluindo os resíduos (9). Vale salientar, que é necessário realizar a hidrólise dos resíduos agrícolas por métodos físicos, químicos ou enzimáticos com o intuito de aumentar a quantidade de carboidratos disponíveis para as leveduras antes da fermentação (10).

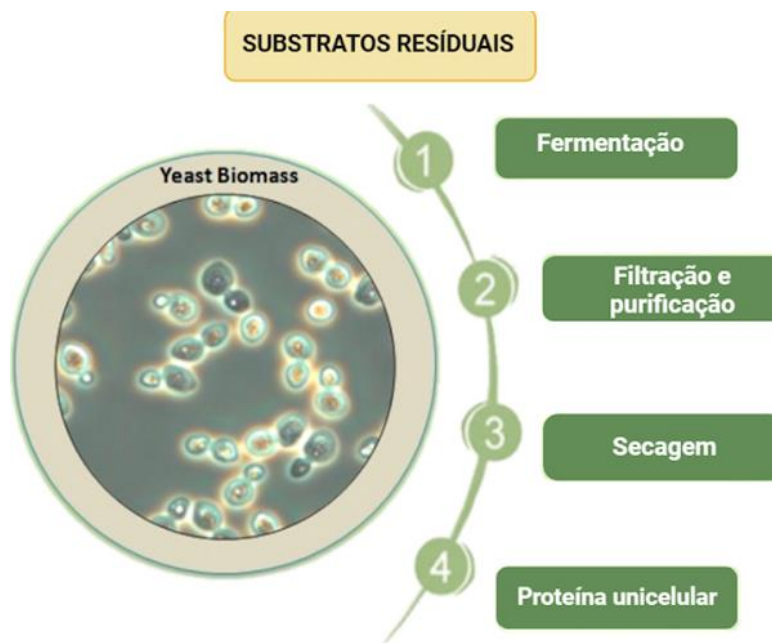


Figura 1: Processo de obtenção de proteínas unicelulares

Fonte: (2).

Os resíduos provenientes do processamento de alimentos, bem como resíduos e subprodutos da produção de amido são os mais facilmente aplicados para produção de proteínas (11). A escolha desses substratos se torna mais benéfica, uma vez que estes resíduos são baratos ou gratuitos e também de fácil acesso. Além do mais, a utilização desses substratos pelos produtores de proteína de levedura contribui para a redução da poluição e servindo como uma forma de recuperação destes resíduos. O estudo desenvolvido por (12) revelou que a utilização de polpas cítricas submetidas a fermentação com leveduras apresentou bons resultados para a produção de proteína de baixo custo, resultando em uma boa quantidade e qualidade de biomassa proteica e podendo ser utilizada como ração para animais.

Diversas espécies de leveduras podem crescer tanto em meio líquido como em culturas de fermentação em estado sólido. Logo após, a levedura pode ser cultivada em fermentação submersa, fermentação semissólida ou em estado sólido. A escolha do método de fermentação depende do tipo do meio de cultura a ser utilizado. Além disso, é importante notar que a composição do meio de cultura tem efeitos consideráveis sobre a taxa de crescimento celular de levedura (13). Portanto, a quantidade de biomassa de levedura gerada e a eficiência da produtividade proteica dependem da composição do substrato de crescimento, bem como das condições de cultivo, tais como temperatura de incubação, pH ou teor de umidade das culturas sólidas, oxigênio dissolvido e teor de aeração (14,15).

A proteína de levedura deve apresentar todas as propriedades funcionais desejadas antes de sua inserção em rações e alimentos. Para melhorar sua digestibilidade e biodisponibilidade, é necessário que a parede celular da levedura seja destruída. Isso pode

ser alcançado através de métodos como secagem em altas temperaturas ou usando forças mecânicas como esmagamento, esfarelamento, moagem, homogeneização de pressão ou ultra-sonificação (16,17). No entanto, é importante destacar que a secagem é um dos métodos mais eficazes para preservar e prolongar a vida útil dos alimentos, durante o processo de secagem, a concentração de umidade na biomassa de levedura seca pode ser reduzida para menos de 6% contribuindo para a melhoria da qualidade, digestibilidade e biodisponibilidade da biomassa de levedura (18,19).

A levedura convencional *Saccharomyces cerevisiae* (comercialmente conhecida como levedura de padaria/ ou de cervejaria) tem sido a fonte mais utilizada para a produção de proteínas. É a espécie de levedura mais utilizada na indústria e encontram aplicações significativas na fabricação de alimentos, rações e até mesmo na indústria farmacêutica. possui a designação "Geralmente Reconhecido como Seguro" (GRAS) para produtos alimentares, o que a torna uma fonte acessível e de baixo custo de proteínas e aminoácidos, seja na forma de biomassa de levedura nutricional ou como extrato nitrogenado (20). Em condições ideais, o teor de proteína da biomassa de levedura produzida pode atingir 59% (21). Para a *S. cerevisiae*, sua fermentação a partir dos resíduos de abacaxis tratados com ácido resultou na produção de um teor proteico de aproximadamente 31% (22).

COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DAS PROTEÍNAS DE LEVEDURA

As proteínas de levedura possuem 18 aminoácidos codificantes, 2 aminoácidos semi-essenciais e 8 aminoácidos essenciais. Dentre esses componentes, o ácido glutâmico, a glutamina, a alanina e os aminoácidos de cadeia ramificada, como isoleucina, leucina e valina, são os mais representativos. A presença desses aminoácidos essenciais torna as proteínas de levedura uma fonte de proteína de alta qualidade, que pode desempenhar um papel importante na manutenção da saúde humana (23). Além disso, a lisina, um aminoácido limitante em proteínas vegetais, é encontrada em abundância nas proteínas de levedura, indicando que as proteínas de levedura sejam novas fontes alternativas de proteínas com melhor qualidade do que as proteínas vegetais (2).

No perfil de aminoácidos da proteína da levedura, os teores de isoleucina, leucina, lisina, fenilalanina, treonina e valina são superiores aos requeridos pela Food and Agricultural Organization (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para a dieta humana. Em média, cem gramas de biomassa de levedura contêm cerca de 47 g de proteína, o que equivale a praticamente 100% da ingestão diária recomendada para adultos (50 g) (24). Apesar da composição de aminoácidos das proteínas de levedura estar próxima do ideal, a presença de aminoácidos que contêm enxofre (metionina e cisteína) representa um fator limitante para o seu valor nutricional, tornando-as inadequadas como suplemento proteico único. Para superar esta deficiência, a metionina pode ser adicionada à cultura de levedura, resultando na produção de biomassa contendo enxofre (25).

Além disso, a biomassa proteica de levedura se revela como uma boa fonte de macroelementos, como cálcio, fósforo e zinco, e micronutrientes, como selênio e cromo. Importante destacar que estes elementos estão em formas orgânicas biodisponíveis encontradas na biomassa (26). Adicionalmente, a biomassa proteica de levedura contém quantidades significativas de vitaminas do complexo B, incluindo vitamina B12. A biotina, ácido fólico, piridoxina, riboflavina, tiamina e cianocobalamina, presentes na biomassa proteica de leveduras, desempenham papéis vitais como coenzimas em processos metabólicos que envolvem a quebra de carboidratos, lipídios e proteínas (27).

A qualidade nutricional das proteínas de levedura também está relacionada a digestibilidade. Estudos revelaram que a digestibilidade *in vitro* das proteínas de levedura é de aproximadamente 81,06%, podendo ser superior à digestibilidade *in vitro* das proteínas vegetais, como as do sorgo (42%-64%) e da soja (75%-80%) e é capaz de ser superior ou pelo menos próxima da digestibilidade *in vitro* das proteínas de peixe (74%-81%) (28,29). Isto indica que as proteínas de levedura possuem uma elevada capacidade de serem catabolizadas no trato digestivo, tornando-as prontamente absorvidas e utilizadas pelo organismo.

A associação internacional de químicos analíticos oficiais (AOAC) estabeleceu um padrão para o índice de eficácia proteica (PER), considerando um PER para proteínas de alta qualidade superior a 2,0 (30). O PER das proteínas de levedura é de $2,06 \pm 0,16$, o que é comparável ao das proteínas da carne e da soja, posicionando as proteínas de levedura como fontes de proteínas de alta qualidade adequadas para a dieta humana (31). Com base nestas investigações, as proteínas de levedura demonstram um amplo potencial de aplicação do ponto de vista nutricional, químico e bioquímico.

PROTEÍNAS DE LEVEDURA PARA APLICAÇÕES ALIMENTARES

As proteínas de levedura são seguras e de alta qualidade, e podem ser utilizadas como uma fonte de proteína ideal tanto para a alimentação humana como para a animal, atendendo a conformidade com as atuais diretrizes relativas à segurança alimentar e nutricional. No entanto, em comparação com as proteínas de origem animal e vegetal, tais como as proteínas de soja e de soro de leite, as proteínas de levedura ainda são menos exploradas em termos de aplicação em sistemas alimentares (8). A Fig. 2, ilustra as possíveis aplicações das proteínas de levedura.

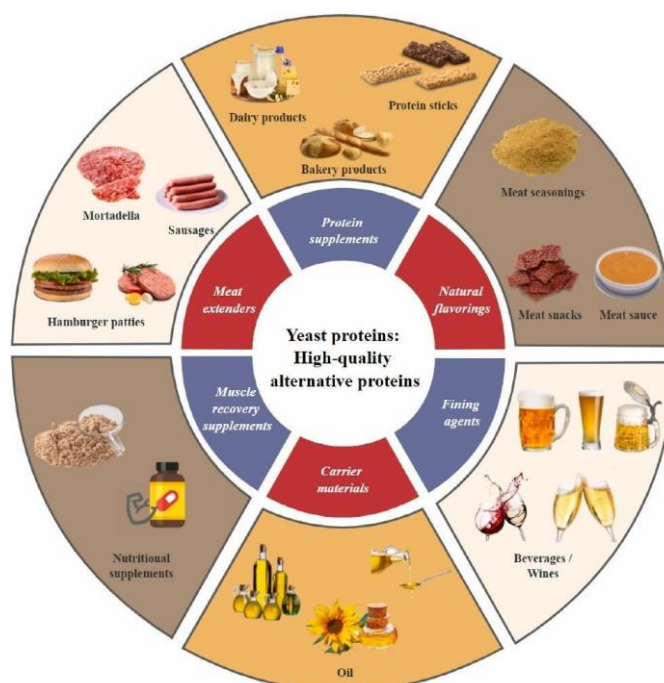


Figura 2: Aplicação das proteínas de levedura em diferentes segmentos alimentícios

Fonte: MA et al., 2023

Acredita-se que as proteínas de levedura se tornem uma nova fonte de suplementação proteica. Recentemente, a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA) autorizou o uso de proteínas da levedura *Yarrowia lipolytica* cultivadas em substratos de resíduos como suplementos alimentares adequados para pessoas com mais de 3 anos de idade. Essa autorização baseia-se na premissa de que as proteínas de levedura são altamente benéficas em termos de segurança e nutrição (2). Atualmente, as proteínas de levedura têm sido aplicadas como suplementos proteicos em diversos produtos, incluindo os de pastelaria, biscoitos, snacks e alimentos especiais (Fig. 2). Além disso, estão recebendo avaliações positivas como fonte de proteína para produtos cárneos devido às suas características de sabor (alto teor de ácido glutâmico), bem como propriedades de realce de cor e retenção de água (33). Adicionalmente, podem ser incorporadas em produtos lácteos proteicos destinados a pessoas com intolerância à lactose e alergias à soja (2).

No geral, um dos principais mercados para a biomassa de levedura que passou pelo processo de fermentação é como um intensificador de sabor (Aromatizantes naturais) em produtos alimentícios, conferindo um sabor fresco, carnudo e de queijo. Na indústria alimentar, uma ampla variedade de peptídeos de sabor de levedura e aminoácidos livres são normalmente empregados como agentes aromatizantes na produção de snacks de carne, molhos e condimentos de carne (34,35). Quando comparados aos agentes aromatizantes convencionais, a biomassa de levedura oferece vantagens notáveis no aumento da continuidade e complexidade dos sabores alimentares. Por exemplo, podem apresentar a capacidade de eliminar completamente o odor do peixe e podem melhorar a textura da carne.

A produção do extrato proteico de levedura (YPE) produzido a partir do citoplasma da levedura tem encontrado aplicação como um novo agente de colagem na indústria vinícola (36). Estudos indicam que o YPE é capaz de promover a colagem ao interagir com compostos fenólicos reduzindo a concentração de substâncias fenólicas nas bebidas (37). Acredita-se que as proteínas da levedura desempenham um papel crucial na colagem dos vinhos, e os resultados da colagem são dependentes do grau de interação das proteínas com os polifenóis do vinho (principalmente taninos). O tratamento com YPE citoplasmático pode auxiliar na produção de vinhos mais densos e homogêneos, com melhor brilho, cor, claridade e estabilidade coloidal em comparação com vinhos tratados com agentes de colagem comerciais (38).

Em condições apropriadas de pH e temperatura, as proteínas de levedura podem ser utilizadas para interagir com os compostos de óleo instáveis, produzindo uma emulsão altamente estável, que pode ser bombeada para o equipamento de secagem por pulverização e auxiliar na formação de partículas secas mais estáveis (39). Através deste processo, a umidade da emulsão é eficazmente removida, reduzindo as chances de separação de fases e degradação sob condições externas (incluindo microrganismos, enzimas e oxigênio). Na prática, a microencapsulação de óleo de girassol por secagem com pulverização utilizando as proteínas de levedura apresentou uma taxa de encapsulação de cerca de 14,7%. Apesar de não terem sido alcançadas taxas de encapsulação muito elevadas, as partículas continham óleo apresentaram um baixo teor de umidade e atividade de água com boa estabilidade oxidativa (40).

As proteínas de levedura são consideradas suplementos promissores de recuperação muscular (Fig. 2) devido à sua composição de aminoácidos essenciais. Estudos envolvendo animais revelaram que a administração de proteínas de levedura a ratos de 19 meses de idade durante 3 meses resultou em melhorias significativas na histologia e na ultraestrutura do seu

estado muscular, além de aumentar o tamanho das suas fibras musculares. A suplementação com proteínas de levedura também foi relacionada com alterações na abundância da microbiota intestinal e algumas funções metabólicas (41).

As células de levedura têm uma elevada capacidade de emulsificação e retenção de óleo, sua biomassa pode ser utilizada como extensores em produtos cárneos (mortadela, salsichas, hambúrgueres), melhoradores de textura (resistência e dureza) e para reduzir as perdas e custos de cozadura no processamento de alimentos (33). Atualmente a proteína texturizada de soja é o extensor tradicional mais utilizado para formulações de hambúrgueres. No entanto, foi demonstrado que é possível preparar hambúrgueres de alta qualidade com proteína de levedura natural não apresentando diferenças significativas em termos de umidade, lipídios, proteínas, cinzas e carboidratos em comparação com os elaborados com a proteína de soja. Além disso, a utilização da proteína de levedura reduziu as reações alérgicas relacionadas à proteína de soja, tornando os produtos de hambúrguer mais seguros para o consumo (42).

CONCLUSÕES

É notório que as proteínas de levedura apresentam grande potencial como alternativas ideais na indústria alimentar. Isso ocorre, por apresentar um rico teor de aminoácidos, elevado valor nutricional e propriedades funcionais benéficas que podem auxiliar no seu uso como suplementos nutricionais ou na formulação de diferentes tipos de alimentos, atuando como suplementos econômicos para dietas humanas e ração animal. Além disso, o incentivo ao uso de fontes alternativas de proteína, obtidas a partir de resíduos industriais, pode contribuir significativamente para solucionar problemas econômicos e ambientais atuais. Vale ressaltar, que maior ênfase deve ser dada ao desenvolvimento de métodos de produção e pesquisas relacionadas às suas propriedades funcionais, contribuindo com um maior número de produtos no mercado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Campus I – João Pessoa/PB, conjuntamente ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA por todo apoio prestado para o desenvolvimento dessa pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - pelo investimento financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Ariëns RM, Bastiaan-Net S, Van BS, D. B, El Bachrioui K, Boudewijn A, van den Dool RT, et al. Comparison of nutritional aspects and digestibility of sustainable proteins using the INFOGEST digestion protocol. *Journal of Functional Foods*. 2021;87:104748.
2. Jach ME, Serefiko A, Ziaja M, Kieliszek M. Yeast protein as an easily accessible food source. *Metabolites*. 2022;12(1):63.

3. Ritala A, Hakkinen ST, Toivari M, Wiebe MG. Single cell protein - state of the art, industrial scenario and patents 2001-2016. *Frontiers in microbiology*. 2017;8:2009.
4. Sá AGA, Moreno YMF, Carciofi BAM. Plant proteins as a high-quality nutritional source for the human diet. *Trends in Food Science and Technology*. 2020;97:170-184.
5. Drzymala K, Mironczuk AM, Pietrzak W, Dobrowolsky A. Rye and oat agricultural wastes as substrate candidates for biomass production of the non-conventional yeast *Yarrowia lipolytica*. *Sustainability*. 2020;12(18):7704.
6. Sharif M, Zafar MH, Aqib AI, Saeed M, Farag MR, Alagawani M. Single-cell protein: Sources, production mechanism, nutritional value and its uses in aquaculture nutrition. *Aquaculture*. 2021;531:735885.
7. Gervasi T, Pellizzeri V, Calabrese G, Bella GD, Cicero N, Dugo G. Production of single cell protein (SCP) from food and agricultural waste using *Saccharomyces cerevisiae*. *Natural products research*. 2018;32(6):648-653.
8. Ma J, Sun Y, Meng D, Zhou Z, Zhang Y, Yang R. Yeast proteins: The novel and sustainable alternative protein in food applications. *Trends in Food Science & Technology*. 2023.
9. Karim A, Gerliani N, Aïder M. *Kluyveromyces marxianus*: An emerging yeast cell factory for applications in food and biotechnology. *International Journal of Food Microbiology*. 2020;333:108818.
10. Reihani SF, Khosravi-Darani K. Influencing factors on single-cell protein production by submerged fermentation: A review. *Electronic Journal of Biotechnology*. 2019;37:34-40.
11. Oliveira F-N, Oliveira M, Rashid F. Increasing the protein content of rice bran for animal feed by solid-state fermentation. *Biomed*. 2015;1:31–36. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Enhancement-of-protein-contents-of-rice-bran-for-by-Yunus-Nadeem/2210af954b05ad54ed2f19bc7ec0ba3221f7ab7b>. (acesso em 8 de Outubro de 2023).
12. Habbir A, Sharif M, Ashfaq K, Aqib AI, Saeed M, Serbo AD, et al. Effect of yeast-fermented citrus pulp as a protein source on nutrient intake, digestibility, nitrogen balance and in situ digestion kinetics in Nili Ravi buffalo bulls. *Animals*. 2021;11(6):1713.

13. Winkelhausen E, Velickova E, Amartey SA, Kuzmanova S. Ethanol production using immobilized *Saccharomyces cerevisiae* in lyophilized cellulose gel. *Applied biochemistry and biotechnology*. 2010;162:2214-2220.
14. Jach ME, Baj T, Juda M, Swider R, Mickowska B, Malm A. Statistical evaluation of growth parameters in biofuel waste as a culture medium for improved production of single cell protein and amino acids by *Yarrowia lipolytica*. *AMB Express*. 2020;10(1):1-12.
15. Mondal AK, Sengupta S, Bhowal J, Bhattacharya DK. Utilization of fruit wastes in producing single cell protein. *International Journal of Science, Environment and Technology*. 2012;1(5):430-438.
16. Saeed MS, Yasmin I, Murtasa MA, Fátima I, Saeed S. Single cell proteins a novel value added food product. *Pakistan Journal of Food Sciences*. 2016;26(4):211-217.
17. Hameş EE, Demir T. Microbial ribonucleases (RNases): production and application potential. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2015;31:1853-1862.
18. Jache ME, Baier A, Sajnaga E, Szyszka R. *Yarrowia lipolytica* grown on biofuel waste as a source of single cell protein and essential amino acids for human diet. *Saudi J. Med*. 2017;3:1344-1351.
19. Azhar SHM, Abdulla R, Jambo AS, Marbawi H, Gansau JA, Faika AAM, et al. Yeasts in the sustainable production of bioethanol: a review. *Biochem. Biophys. Rep*. 2017;10:52-61.
20. Călinoiu FL, Oliveira AF, Vodnar DC. Solid-state fermentation of wheat yeast and oat bran as an antioxidant supply route. *Antioxidants*. 2019;8:372
21. Rages AA, Haider MM. Alkaline hydrolysis of olive fruits wastes for the production of single cell protein by *Candida lipolytica*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2021;33:101999.
22. Madika A, Aliyu MS, Tijani MB, Musa B. Production of single cell protein from pineapple waste using *Saccharomyces cerevisiae*. *African Journal of Natural Sciences (AJNS)*. 2019;19.
23. Tong J, Zhou H, Zhou J, Chen Y, Chi J, Zhang J, et al. Amino acid composition analysis and in vitro dynamic digestion of proteins from three different sources. *Journal of Henan University of Technology (Natural Science Edition)*. 2019;40(2):62-68. doi: 10.16433/j.cnki.issn1673-2383.2019.02.010

24. Millward DJ. Amino acid scoring patterns for protein quality assessment. *British Journal of Nutrition*. 2012;108(Suppl 2):S31-S43.
25. Somda MK, Nikiema M, Keita I, Mogmenga I, Kouhoun S H, Dabire Y, et al. Production of single cell protein (SCP) and essentials amino acids from *Candida utilis* FMJ12 by solid state fermentation using mango waste supplemented with nitrogen sources. *African Journal of Biotechnology*. 2018;17(23):716-723.
26. Michalik B, Biel W, Lubowicki R, Jacyno E. Chemical composition and biological value of proteins from the yeast *Yarrowia lipolytica* growing on industrial glycerol. *Canadian Journal of Animal Science*. 2013;94:99-104.
27. Jach, Serefko A. Nutritional yeast biomass: characterization and application. In: *Diet, Microbiome and Health. Handbook of Food Bioengineering*. London, United Kingdom: Academic Press; 2018. Volume 11, pp. 237-270.
28. Hongbo L, Junrong L. Effect of extrusion cooking on nutritive value of fish protein. *Fisheries Science*. 2005;24(2):29-30.
29. Lei Y, Yu T, Liu X. Research on the factors affecting digestibility of protein. *Grain Science and Technology and Economy*. 2015;40(3):43-46.
30. Sun Y, Deng J, Guo M, Wang L, Wang Q, Bao Y. Physical, chemical and functional analysis of a special infant formula. *China Dairy Industry*. 2016;44(5):4-8.
31. Tang X, Wu Y, Fan J, Yang W, Fan B. Nutritional evaluation of yeast protein. *Journal of Public Health and Preventive Medicine*. 2020:100-104.
32. Pancrazio G, Cunha SC, de Pinho PG, Loureiro M, Meireles S, Ferreira IM, et al. Spent brewer's yeast extract as an ingredient in cooked hams. *Meat Science*. 2016;121:382-389.
33. Jacob FF, Striegel L, Rychlik M, Hutzler M, Methner FJ. Yeast extract production using spent yeast from beer manufacture: influence of industrially applicable disruption methods on selected substance groups with biotechnological relevance. *European Food Research and Technology*. 2019;245:1169-1182.
34. Xuejiao LIU, Pei LI, Jiangyong GUO. Study on preparation technology of light food prepared chicken breast meat added with yeast protein. *Meat Industry*. 2022;1:31-34.
35. Rigou P, Mekoue J, Sieczkowski N, Doco T, Vernhet A. Impact of industrial yeast derivative products on the modification of wine aroma compounds and sensorial profile. A review. *Food Chemistry*. 2021;358:129760.

36. Francisco T, Pérez-Gregorio R, Soares S, Mateus N, Centeno F, de Fátima Teixeira M, et al. Understanding the molecular interactions between a yeast protein extract and phenolic compounds. *Food Research International*. 2021;143:110261.
37. Fernandes JP, Neto R, Centeno F, De Fátima Teixeira M, Gomes AC. Unveiling the potential of novel yeast protein extracts in white wines clarification and stabilization. *Frontiers in Chemistry*. 2015;3:20.
38. Sultana A, Tanaka Y, Fushimi Y, Yoshii H. Stability and release behavior of encapsulated flavor from spray-dried *Saccharomyces cerevisiae* and maltodextrin powder. *Food Research International*. 2018;106:809-816.
39. Vélez-Eraza EM, Saturno RP, Marson GV, Hubinger MD. Spent brewer's yeast proteins and cell debris as innovative emulsifiers and carrier materials for edible oil microencapsulation. *Food Research International*. 2021;140:109853.
40. Liao Y, Zhou X, Peng Z, Li D, Meng Z, Xu S, et al. Muscle aging amelioration by yeast protein supplementation was associated with gut microbiota. *Journal of Functional Foods*. 2022;89:104948.
41. Bertolo AP, Kempka AP, Rigo E, Sehn GAR, Cavalheiro D. Incorporation of natural and mechanically ruptured brewing yeast cells in beef burger to replace textured soy protein. *Journal of Food Science and Technology*. 2022:1-9

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA POLPA E SEMENTE DA FRUTA DO SAPOTIZEIRO (*Minilkara zapota L.*)

Daiane Medeiros Pereira¹; Danilo Salustiano dos Santos¹; Alessandra de Sousa Porpino; Isabelle de Lima Brito Polari³

¹Estudante do Curso de Pós Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos –PPGECA - FURG; E-mail: daianemedeiros12@hotmail.com

¹Estudante do Curso de Pós Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos –PPGECA - FURG; E-mail: nilodansantos7@gmail.com

¹Estudante do Curso Bacharelado em Agroindústria –CCHSA - UFPB; E-mail: alex-sandra17@hotmail.com

²Docente do Depto de Gestão e Tecnologia Agroindustrial – DGTA – UFPB; E-mail: isa_limab@hotmail.com

Resumo: O Brasil possui uma grande diversidade e produção frutícola, ficando limitadas a regiões em que são cultivadas resultando em entrave na comercialização e conhecimento em demais regiões, como é o caso do sapoti, fruto proveniente do sapotizeiro (*Minilkara zapota L.*). Com características sensoriais peculiares muito apreciadas por seus consumidores. Sendo a polpa do sapoti a parte mais utilizada, e as sementes geralmente descartadas, gerando assim desperdício de nutrientes e geração de resíduos. Esse trabalho teve como objetivo caracterizar os frutos e sementes de sapoti (*Minilkara zapota L.*). Sendo os frutos coletados na cidade de Areia - PB e estudados no Campus III- Bananeiras da Universidade Federal da Paraíba. Inicialmente selecionados de acordo com estágio comercial de maturação, aptos para consumo, higienizados, posteriormente separados polpa e semente e em seguida realizada as análises físico-químicas em ambas as partes. Foram realizadas determinação de teor de umidade, determinação de cinzas, lipídeos, açúcares totais e redutores, teor de pH, acidez titulável e determinação de sólidos solúveis. Os resultados encontrados destacam-se os teores de umidade de 75,31% (polpa) e 8,83% (semente) e sólidos solúveis de 21,26 para polpa. De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que às características físico-químicas da polpa apresentou um índice de umidade considerável, demonstrando ser um fruto perecível, demonstrou também valores consideráveis para carboidratos e sólidos solúveis afirmando sua doçura, entre outros componentes. Os resultados obtidos nas sementes diferenciaram entre a polpa. Vale ressaltar que estudos com sementes de sapoti são escassos abrindo margem para novos estudos mais aprofundados.

Palavras-chave: características; diversidade; produção; sapoti

INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor de frutas, ocupando o 3º lugar no ranking mundial de produção no ano de 2021. Isso devido seu desenvolvimento e aprimoramento em técnicas e inovação, visando manter em seu produto oriundo da fruticultura, características como qualidade e segurança que são requisitos fundamentais requeridos pelo mercado consumidor (1).

O Nordeste é a região com maior área de produção frutícola do país devido a sua extensa área territorial (2). Sendo essa produção destinada principalmente para o abastecimento do mercado interno, embora venha ganhando espaço na exportação (3).

Diante de tamanha diversidade frutífera, podemos encontrar o fruto do sapotizeiro (*Minilkara zapota L.*) conhecido comumente como sapoti. Existe uma diferença de demonização entre sapoti e sapota, onde o diferencial está em seu formato, visto que aquele fruto que possui formato ovalado é comumente chamado de sapoti e o fruto com formato ovalado é chamado de sapota (4).

Esse fruto possui formado ovalado de tamanho variado, com coloração de varia entre tons amarelos a marrom, sua casca é rugosa e fina e não é comestível. Quando em estagio de maturação “verde” possui sabor adstringente devido à quantidade de tanino tem consistência dura e muito látex. Em contrapartida, quando maduro sua polpa possui coloração que varia entre tons avermelhados a marrom possuindo como característica específica maciez, o sabor adocicado devido a uma substância gelatinosa, a suculência e a ausência de acidez e fibras (4).

Geralmente, o fruto do sapoti possui elevados teores de açúcares e sólidos solúveis totais e uma acidez total reduzida. Podendo ser encontrados diversos nutrientes em sua polpa como: potássio, fósforo, cálcio, magnésio, ferro e enxofre, esses são os que mais se destacam (4). Sendo considerado um alimento rico em nutrientes, apresentando teores consideráveis de vitaminas, sendo elas: vitamina A, vitaminas do complexo B e vitamina C, além de carboidratos e dos demais acima citados (5). Em estudos realizados por Lorenzi (6) o consumo in natura de 100 gramas da polpa de sapoti proporciona o equivalente a 22mg de cálcio, 18g de carboidratos, 9mg de vitamina C 1g de proteína e 0,3g de lipídeo aproximadamente. Já suas sementes já foram reportadas como fonte de carboidratos, baixos teores em lipídios e proteínas (7; 8).

No Brasil a produção de sapoti apresenta um grande potencial econômico. Podendo ser encontrada em quase todas as regiões brasileiras, devido às fatores ambientais e climáticos entre outros fatores, o sapoti adaptou-se melhor a região Nordeste, sendo essa a região destaque para a produção desse fruto, estando à frente dessa produção os estados de Pernambuco, sendo o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) o responsável por ater a máxima variabilidade desse fruto (9).

Além do estado de Pernambuco, outros estados também se destacam na produção de sapoti (*Minilkara zapota L.*) como Bahia, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Sergipe e o estado do Pará na região Norte do país (4).

O sapotizeiro já foi utilizado para obtenção de látex extraído do seu tronco para fabricação de goma de mascar. Com o passar os anos a produção de gomas sintéticas foi substituído por gomas naturais. Com isso, a produção e cultivo de sapotizeiro voltaram-se basicamente para o consumo dos seus frutos in natura (9). Já suas sementes são raramente utilizadas e geralmente são descartadas, gerando assim resíduos e desperdícios nutricionais (6).

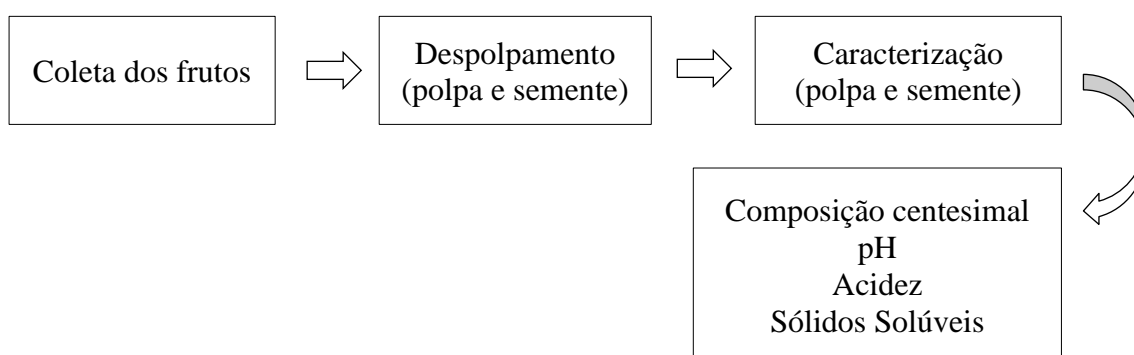
Os resíduos gerados pelas agroindústrias mostram aumento e vem ganhando atenção pelo fato de não serem tratados devidamente de forma correta, ocasionando o desperdício de matéria-prima e acúmulo de descarte que quando tratados de forma correta podem ser

utilizados na fabricação de subprodutos, agregando valor e contribuindo para o desenvolvimento sustentável (11).

Na literatura, são escassos os estudos realizados com o fruto e as sementes do sapotizeiro. Sendo assim, este trabalho se propõe a investigação das características físico-químicas tanto da polpa como da semente do fruto do sapoti (*Minilkara zapota L.*), adquiridos na zona rural da cidade de Areia – Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

As etapas do estudo estão descritas no fluxograma abaixo



Fonte: autor

Local de execução: O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Físico-Química, Laboratório de Nutrição Animal, Laboratório de Nutrição e Dietética e no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Frutohortícolas, no Campus III da Universidade Federal da Paraíba, em Bananeiras.

Coleta e Preparo das amostras: Os frutos do sapoti (*Minilkara zapota L.*) foram coletados na zona rural da cidade de Areia, Paraíba. Inicialmente passaram por seleção, onde foram escolhidos os frutos íntegros, no estágio de maturação considerado maduro, devido ao seu grau de maciez. Posteriormente foram higienizados, imersos em água adicionada de hipoclorito de sódio por 10 minutos. Em seguida os frutos foram lavados em água corrente e secos naturalmente, sendo a polpa separada das sementes de forma manual, em seguida ambos embalados a vácuo e congelados em freezer a -18°C até a sua utilização.

A figura 1 a seguir, observa-se a polpa e semente do sapoti (*Minilkara zapota L.*) em estágio de maturação ideal para consumo.



Figura 4 – Polpa e semente do sapoti

Fonte: autor

Determinação centesimal da polpa e sementes de sapoti: A determinação de teor de umidade utilizou-se o método de estufa a 105° C até atingir o peso constante, com três gramas da amostra e os resultados expressos em umidade (%) (12).

Já a determinação de cinzas, pesou-se três gramas de amostra em cadinhos de porcelana previamente tarados, após completa carbonização por incineração em mufla a 550°C até a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branca acinzentada. Após esta etapa, colocou-se os cadinhos em dessecador até atingir temperatura ambiente e pesou-se os mesmos. Repetiram-se as operações de aquecimento e resfriamento até as amostras alcançarem peso constante (12).

Os lipídios foram determinados segundo metodologia descrita por Bligh e Dyer 1959 (9).

Açúcares totais e redutores: determinado através do método titulométrico de oxirredução de Eynon-Lane. Para essa determinação foram misturados 5 mL de cada uma das soluções de Fehling A e B e adicionados 50 mL de água destilada, seguido de aquecimento até ebulição. Utilizou-se a amostra como agente titulante, até o ponto que esta solução modificasse a colorações de azul para incolor com a presença de precipitado vermelho (12).

O teor de pH determinou-se pelo método potenciométrico através de pHmetro digital modelo AC-100, fabricante MS Tecnopon Equipamentos Especiais LTDA - EPP, calibrado com soluções tampão pH 4,0 e 7,0 (12).

A Acidez Titulável Total foi determinada pelo uso de indicador fenolftaleína, titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol. L⁻¹ até coloração rosa (12).

Para determinação de sólidos solúveis, utilizou-se um refratômetro digital portátil modelo RTD- 95. Pequena quantidade de amostra foi depositada no aparelho e os resultados foram expressos em °Brix.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização das sementes e polpa de sapoti (*Minilkara zapota L.*) está apresentada na Tabela 1 a seguir:

Composição	Polpa	Semente
Lipídeos (%)	0,04±0,0	4,13±0,04
Cinzas (%)	0,33±0,0	2,44±0,0
Proteínas (%)	0,94±0,0	4,42±0,0
Umidade (%)	75,31±0,55	8,83±0,13
Açúcares Redutores	18,40±1,91	n.d
Açúcares Totais	4,51±0,02	21,59±4,71
Acidez	0,93±0,15	1,93±0,25
pH	6,66±0,36	5,26±0,07
Sólidos Solúveis	21,26	n.d

Fonte: autor

O teor de lipídeos nas sementes encontrado foi de 4,13% destacando-se quanto ao encontrado na polpa, sendo esse de 0,04%, isso já era esperado, visto que as sementes normalmente são fontes de lipídios e as polpas de frutas, sua fonte predominante é de carboidrato. Contudo, estudos realizados com a polpa de sapoti cultivado no Pará encontraram maiores teores de lipídios na polpa, cerca de 0,79% (14) que os identificados no presente estudo. Isto pode ser explicado porque a constituição química de uma matriz vegetal está totalmente susceptível de mudança quanto às condições de cultivo, como adubação do solo, condições climáticas, dentre outras (15).

Da mesma forma que o teor de lipídios, o teor de cinzas também foi superior nas sementes. Foram encontrados 2,44%, enquanto na polpa foi apenas de 0,33%, valor aproximado aos encontrados em estudos realizado por outros autores (14), que obteve um percentual de 0,36% na polpa. Já nos estudos realizados por Soares (16), o valor de cinzas encontrado na polpa de sapoti foi de 0,45 % para polpa de sapoti cultivado no estado da Paraíba e 0,56% para polpa de sapoti cultivado no estado do Piauí.

A quantidade de cinzas presentes em alimentos quantifica os resíduos inorgânicos que geralmente são constituídas por minerais, com isso se pode verificar a necessidade de reposição na dieta (17; 18).

Quanto ao teor de proteínas, foram encontrados 0,94% na polpa de sapoti e 4,42% na semente. Este valor para polpa foi superior ao encontrado em estudos já citados, onde o mesmo obteve 0,40% (14). Para a umidade, na polpa de sapoti o valor foi de 75,31%, valor próximo aos encontrados por Soares (16), que obteve 75,40% para frutos cultivados na Paraíba e 72,63% para frutos cultivados no Piauí. Contudo, os valores encontrados no presente estudo foram inferiores aos encontrados em outros estudos que obteve 79,7% (14). Tal diferença pode ser explicada devido à constituição química de um vegetal, como já mencionado anteriormente (15).

Já nas sementes de sapoti foram encontrados 4,42% de teor de proteínas. Esse valor difere bastante do teor de proteínas encontrados em estudos realizados por Luzia (19), onde o percentual encontrado foi de 15,35%. Tal diferença também foi notada em relação ao teor de umidade, uma vez que no presente estudo foram encontrados 8,83% e nos estudos realizados por Luzia (19) pode-se notar uma diminuição nesse valor, sendo de 7,88%.

Em relação às proteínas, sabe-se que as de origem animal têm maior valor biológico em comparação com as proteínas vegetais. No entanto, populações de baixo poder aquisitivo têm acesso limitado a proteínas animais, por isso saber a composição do alimento pode auxiliar no fornecimento nutricional a fim de diminuir a falta desse composto orgânico no organismo além de ser uma alternativa para os consumidores com hábitos e dietas alimentares a base apenas de proteína de origem vegetal (20).

O teor de umidade em frutos geralmente encontrado é alto, representando a quantidade de água presente no alimento e quanto maior for essa quantidade maior será a susceptibilidade a deterioração do produto devido ao risco de desenvolvimento microbiológico (21).

Em relação aos carboidratos encontrados na polpa, os valores foram de 18,40 % para açúcares redutores e 21,59% para açúcares totais. Esses valores foram maiores dos encontrados por Sousa (21), que obteve 5,14% para açúcares redutores e 3,59% para açúcares totais. Essa diferença pode esta relacionada ao estágio de maturação do fruto, uma vez que a quantidade de teor de açúcares tende a aumentar de acordo com a maturação do fruto (22). Já em relação aos açúcares totais e redutores da semente, os valores obtidos diferiram bastante dos valores encontrados na polpa.

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, à acidez total titulável foi de 0,93g/100g, resultado superior aos encontrados por Soares (16) que foi de 0,14g/100g, isso pode se dá devido a algumas variáveis como região e cultivar onde são produzidos (23). Esse comparativo mostra que o sapoti possui baixo grau de acidez demonstra que os frutos são doces, sendo esse também, um importante indicativo a ser observado em relação à conservação de um alimento (21). Já em relação às sementes, quando comparado com a polpa neste mesmo estudo, o resultado obtido mostra-se superior e com diferença significativa.

Os valores obtidos para pH foi de 6,66 para polpa, mostrando-se pouco ácida. Em estudos realizados por Sousa (21), os valores obtidos foram inferiores aos encontrados nesse estudo. Vale ressaltar a importância dessas análises para os alimentos, pois alimentos pouco

ácidos proporcionam condições favoráveis para o crescimento de micro-organismos (21). Já para a semente, o valor encontrado foi de 5,26 mostrando-se abaixo da faixa considerada segura.

O valor de sólidos solúveis encontrado nesse estudo na polpa foi de 21,26 °Brix que se encontra próximo ao encontrado por Soares (16). Esses valores estão de acordo com os valores encontrados em pesquisas realizadas pela EMBRAPA que alega que os valores de sólidos solúveis podem variar de 18 até 25°Brix (24). Esses valores implicam no grau de doçura do fruto o que influencia na aceitação do mesmo pelo consumidor (16). Já em suas sementes não foram encontrados valores de sólidos solúveis.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que às características físico-químicas da polpa apresentou um índice de umidade considerável, demonstrando ser um fruto perecível que requer cuidados no seu manuseio e consumo, demonstrou também valores consideráveis para carboidratos e sólidos solúveis afirmando sua doçura, entre outros componentes. Em relação às sementes, os resultados obtidos diferenciaram entre a polpa, o que já era esperado visto sua base de constituintes são diferentes. Vale ressaltar que estudos com sementes de sapoti são escassos, pouco divulgados e pouco explorados por outros segmentos da indústria, abrindo margem para novos estudos mais aprofundados em relação a sua composição e demais constituintes e suas possíveis aplicabilidades nos mais diversos seguimentos da indústria alimentícia e/ou farmacêutica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal da Paraíba, em especial o Campus III- Bananeiras e seu Departamento de Gestão Agroindustrial por todo apoio técnico e profissional e também por arcar com o custeio das análises e a Docente Doutora Isabelle de Lima Brito Polari por todo apoio, conhecimento, orientação e incentivo prestado.

REFERÊNCIAS

1. CNABrasil. CNA trata sobre abertura de novos mercados para a fruticultura. 2023 [acesso em 1 Out 2023]. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/cna-trata-sobre-abertura-de-novos-mercados-para-a-fruticultura>.
2. Vital MF. Fruticultura. Caderno Setorial EDENA. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1761/1/2023_CDS_280.pdf
3. Souza HG, Tabosa FJS, Campos K, Vieira JE, Neder H. Análise da projeção espacial da fruticultura no nordeste brasileiro. Revista. Economia. NE, Fortaleza. 2018; 49: 121-141.

4. Junior JFS, Bezerra JEF, Lederman IE, Moura RJM. O sapotizeiro no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura. Recife. 2014; 36: 86-99.
5. Xu SJ, Aktaruzzaman M, Kim BS, Kim JY, Shin HD. First Report of Anthracnose Caused by Colletotrichum fioriniae on Eggplant Fruits in Korea. Plant Disease, Scientific Societies. 2018; 102: 2642-2642.
6. Lorenzi H, Lacerda M. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 2006.
7. Rodrigues RB, Albuquerque MDB, Silva JMA, Carvalho filho ZA, Silva CG, Lopes JD. Caracterização física e físico-química das sementes e do óleo de sapoti (Manilkara zapota L.). XXXVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Uso consciente da biodiversidade: perspectivas para o avanço da ciência e tecnologia de alimentos. 2018.
8. Stumpf, M. Como Plantar o Sapoti – ou Melhor, o Sapotizeiro (Manilkara zapota). 2021. [acesso em 2 Out 2023]. Disponível em: <https://www.fazfacil.com.br/jardim/sapoti-sapotizeiro-manilkara/>
9. Moura RJM, Bezerra JEF, Silva JF, Lederman IE. Território Mata Sul Pernambucana. Sapoti. Embrapa. 2021 [acesso em 2 Out 2023]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/atividades-economicas/cultivos/fruticultura/sapoti>
10. Lima LB. Avaliação do potencial lipídico, protéico e antioxidante de resíduos de indústrias de processamento de frutas e emprego de CO₂ supercrítico no estudo de metabólitos secundários [dissertação]. Fortaleza: Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará; 2008.
11. Viana LG, Cruz PS. Reaproveitamento de resíduos agroindustriais. Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Cruz das Almas. 2016: 4.
12. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. 1 ed. Digital. 2008.
13. Bligh EG, DYER WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology. 1959; 37: 911–917.
14. Santos EF, Ramos RS, Oliveira SCP, Ferreira TO, Carvalho VMT, Silva AE. Caracterização física e físico – química do fruto Sapoti oriundo de Santa Isabel do Pará. Brazilian Journal Of Development. 2020 ; 6: 35185-351.

15. Paulilo MTS, Viana AM, Randi AM. Fisiologia vegetal. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2015: 182.
16. Soares GGG. Caracterização físico-química das polpas do fruto do sapotizeiro (*Manilkara sapota*, L.) [tcc]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2018.
17. Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras. Universidade Federal de Lavras. 2005; 2: 785.
18. Oliveira L. R. Determinação de umidade, cinzas e fósforo em quatro variedades de feijão caupi. Revista Química: ciência, tecnologia e sociedade. 2015; 4: 2.
19. Luzia DMM. Propriedades funcionais de óleos extraídos de sementes de frutos do cerrado brasileiro. [tese doutorado]. São José do Rio Preto - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas; 2012.
20. Kinupp VF, Barros IBI. Protein and mineral contents of native species, potential vegetables, and fruits. Food Sci. Technol. 2008.
21. Sousa PE, Figueiredo FMR, Queiroz MJA, Melo SML, Sousa CF. Caracterização físico-química da polpa de sapoti oriunda da região do Ceará. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 2018; 7: 45-48.
22. Bastos SJ, Martinez AE, Souza AMS. Características físico-químicas da polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Camara) comercial: Efeito da concentração. Journal of Bioenergy and Food Science. 2016; 3 : 11-16.
23. Lima SLT, Cavalcante LC, Sousa GD, Silva, AHP, Sobrinho AGL. Avaliação da composição físico-química de polpas de frutas comercializadas em cinco cidades do Alto Sertão paraibano. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 2015; 10: 49-55.
24. Bandeira TC, Mesquita MLA, Aquino LRA, Junior CTA, Santos SJF, Oliveira, SNF, Neto SJ, Barros ML, Sobrinho BR, Lima NR, Oliveira HV. O cultivo do sapotizeiro. Embrapa Agroindústria Tropical-Circular Técnica; 2005.

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DO SORO DE LEITE

Silvania do Nascimento¹, Gerla Castello Branco Chinelate²

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: silvanian755@gmail.com,

²Docente do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE

Resumo: O soro de leite pode ser definido como a parte líquida, de cor amarelo-esverdeado, resultante da coagulação do leite por ácido ou por enzimas proteolíticas. Várias estratégias têm sido investigadas para lidar com o descarte de resíduos de soro do queijo, dentre as quais se destaca o uso de processos biotecnológicos, como alternativa viável para converter tal subproduto em compostos com maior valor agregado. O referido estudo mostrou que a utilização do resíduo do soro do queijo no processo fermentativo é promissor para síntese da β -galactosidase com potencial aplicação para escala industrial, como também tem se mostrado uma excelente opção para revestimentos comestíveis, fertilizantes, suplemento para ração animal, promoção da saúde do solo e melhoria na qualidade de ferragens. Além da utilização em alimentos, o soro de leite também pode ser utilizado para produção de bebidas alcoólicas destiladas e em produtos farmacêuticos, uma vez que são fontes de peptídeos bioativos, responsáveis por diversos efeitos benéficos à fisiologia humana, como por exemplo função antioxidante. Neste contexto o presente trabalho visa explorar o vasto espectro de oportunidade que o soro de leite oferece a biotecnologia, destacando suas aplicações, bem como o impacto positivo que essas inovações podem ter nas indústrias, meio ambiente e sociedade.

Palavras-chave: biotecnologia; oportunidade; soro de leite; subproduto

INTRODUÇÃO

Com a crescente preocupação em relação à preservação do meio ambiente, indústrias de todas as áreas possuem um grande desafio na questão do tratamento e/ou reutilização dos subprodutos e resíduos resultantes de seus processos produtivos. Em indústrias de queijos, o principal subproduto gerado é o soro de leite, o qual representa cerca de 90% da composição do leite e é separado no processo pois não é de interesse na fabricação dos queijos (1). Segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) em 2016 foram produzidas cerca de 906 mil toneladas de queijos no Brasil, conseqüentemente gerando um alto volume de soro de leite. Estudos apontam que em 2012 cerca de 40% do soro de leite produzido no Brasil ainda era descartado de forma inadequada, enquanto em 2008 em países desenvolvidos como Estados Unidos e Irlanda, o percentual de soro de leite reaproveitado e/ou utilizado para geração de novos produtos já se aproximava de 100% (1). O soro de leite pode ser definido como a parte líquida, de cor amarelo-esverdeado, resultante da coagulação do leite por ácido ou por enzimas proteolíticas. Na Figura 1 pode-se observar o soro do leite.



Figura 1 – Soro do leite

Fonte: Milkpoint, 2020.

É composto por β -lactoglobulina, α -lactalbumina, imunoglobulina, albumina sérica bovina, lactoferrina, lactoperoxidase, glicomacropéptido, bem como numerosos fatores e enzimas biologicamente ativos (2). O soro possui ainda concentrações elevadas de leucina e lisina, além de constituir uma boa fonte de aminoácidos contendo enxofre, tais como: cisteína e metionina, e de ser uma fonte concentrada de cálcio, sendo rico em vitaminas, tais como: tiamina, riboflavina, vitamina B6 e B12 e ácido pantotênico (1).

O soro do leite é considerado um resíduo perigoso ao meio ambiente, pois se for descartado incorretamente é responsável por sérios danos ambientais, principalmente em meios aquáticos, devido à sua grande carga orgânica e alta demanda de oxigênio na sua decomposição (1). Várias estratégias têm sido investigadas para lidar com o descarte de resíduos de soro do queijo, dentre as quais se destaca o uso de processos biotecnológicos, como alternativa viável para converter tal subproduto em compostos com maior valor agregado (3). Devido ao alto valor nutricional do soro de leite, este subproduto pode ser aproveitado de diversas formas, dentre elas como concentrado ou isolado proteico, sendo um excelente ingrediente para preparação de diversos produtos lácteos industrializados. Além disso, o soro pode ser utilizado em diversas outras aplicações, como fertilizante, suplemento na alimentação animal e ainda em produtos benéficos a saúde humana, utilizando concentrados dos nutrientes presentes no soro (1). Embora difícil de degradar no meio ambiente, a lactose do soro do queijo pode ser utilizada como substrato para a fermentação visando a obtenção de etanol, ácido galactônico, β -galactosidase entre outros bioprodutos (3).

O fato de o soro de leite ser visto como resíduo, ao invés de matéria-prima, dificulta o seu correto aproveitamento dentro da indústria de laticínios, pois não há uma preocupação em manter a conservação e estabilidade do produto, através do uso de baixas temperaturas ou concentração para garantir sua qualidade após o processamento do leite. Além das propriedades nutricionais, as proteínas do soro do leite são de grande interesse pelas propriedades funcionais tecnológicas como ingredientes em produtos alimentícios, tendo em vista a elevada solubilidade e capacidade de geleificação (4). São importantes polímeros empregados na elaboração de filmes biodegradáveis, apresentam grande potencial para

aplicação como embalagem, evidenciando as propriedades mecânicas e ópticas. Os filmes comestíveis à base de proteína de soro de leite apresentam boas barreiras de oxigênio e aroma (5).

O concentrado proteico de soro de leite pode conter de 30% a 80% de proteínas, podendo ser utilizado para enriquecimento de alimentos e utilizada com o propósito de suplementação alimentar, sendo principalmente aplicado a bebidas proteicas esportivas (1). Além disso, a incorporação das proteínas do soro de queijo na alimentação é considerada adequada para a prevenção de doenças cardiovasculares ou para o controle do nível de glicose sanguínea em indivíduos diabéticos (5). A disposição do soro de leite em solo apresenta o potencial de reduzir os custos de adubação e auxiliar na recuperação de solos como os de pastagens subutilizadas e ou degradadas, importante uso da terra em estados produtores de leite, como é o caso de Minas Gerais. Este reuso de efluente pode ser um importante aliado para a recuperação das pastagens deste estado, no qual estima-se que 75% estejam degradadas (6).

Diante ao exposto, o soro do leite por muitos anos foi considerado apenas um resíduo, mas é uma fonte de nutriente e componente biologicamente ativos que tem despertado crescente interesse no campo da biotecnologia, nos últimos anos pesquisadores e indústrias tem reconhecido o seu grande potencial. Neste contexto o presente trabalho visa explorar o vasto espectro de oportunidade que o soro de leite oferece a biotecnologia, destacando suas aplicações, bem como o impacto positivo que essas inovações podem ter nas indústrias, meio ambiente e sociedade.

REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS

O emprego de revestimentos comestíveis protetores, mesmo sendo um processo em desenvolvimento, tem apresentado, nas últimas décadas, resultados bastante significativos, como uma prática auxiliar na conservação de produtos perecíveis e daqueles minimamente processados. Na busca por tecnologias mais eficientes e de menor impacto no produto e no ambiente, revestimentos à base de soro de queijo têm demonstrado aplicabilidade potencial na vida de prateleira de frutas, queijos frescos e maturados (5).

O soro do leite é um subproduto que tem se mostrado uma excelente opção para revestimentos comestíveis. Ele é rico em proteínas, possui propriedades antibacterianas, capacidade de formação de filme incolor e inodoro, além de biocompatibilidade com outros materiais que podem ser combinados a ele e oferecer características aprimoradas ao revestimento. Isso contribui com o ciclo de vida do alimento ao qual ele está aplicado (7). Em relação a sua estrutura, os filmes comestíveis de soro de leite são uma rede de polímero seco com uma estrutura tridimensional semelhante a um gel (8). Sua aplicabilidade se deve ao fato de serem mecanicamente resistentes e atuarem como barreira, garantindo a segurança dos alimentos. Além disso, podendo ter função antimicrobiana e antioxidante quando adicionados de compostos bioativos (8). Na Figura 2 está sendo representada uma ilustração de revestimentos comestíveis.

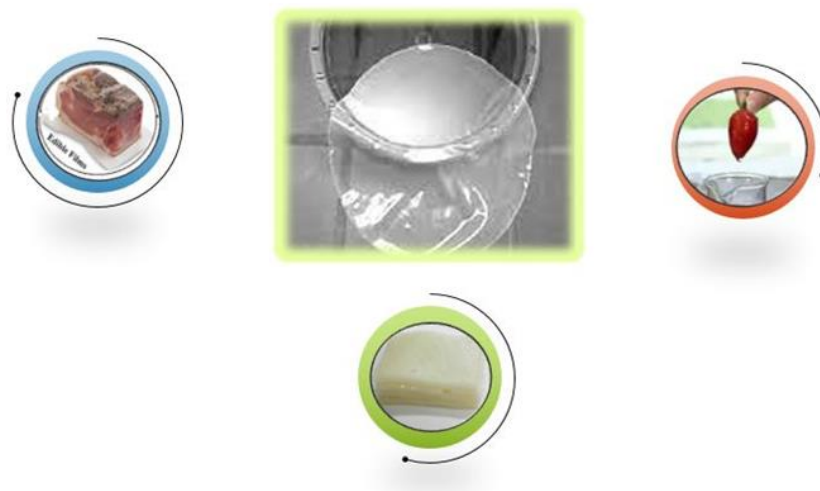


Figura 2 – Revestimento comestível

Fonte: Adaptada de Food Safety Brazil, 2023

No estudo com queijo com queijo coalho, o revestimento a base do soro do leite apresentou resultados satisfatórios. A aplicação do revestimento à base de soro de queijo proporcionou melhoria na qualidade do queijo coalho, demonstrando potencial para conservação do alimento. Os parâmetros microbiológicos estavam de acordo com a legislação vigente, sendo observada redução na carga microbiana ao longo do tempo de armazenamento nos queijos revestidos. Quanto às características físicas, a textura e a luminosidade foram conservadas e melhoradas com o uso do revestimento (5). Foi observado que a aplicação do revestimento melhorou significativamente as qualidades organolépticas do queijo coalho, além de conferir um sabor mais fresco ao produto. Portanto o soro de leite com revestimento alimentício não só contribui para redução dos desperdícios de alimento, mas também aprimora a segurança e a qualidade dos produtos alimentícios.

PRODUÇÃO DE BEBIDAS ALCOÓLICAS

Além da utilização em alimentos, o soro de leite também pode ser utilizado para produção de bebidas alcoólicas destiladas. Este tipo de produto destilado pode ser utilizado para produção de diversas bebidas, dentre as quais destacam-se a vodka, gim e licores. Hughes, Risner e Goddik (1). Diante disso, a Wheyward Spirit, destilaria da Califórnia, está pegando o soro de leite restante dos produtores de queijo locais e transformando-o em bebida alcoólica. Ela acaba de fazer uma parceria com a Ben & Jerry's para substituir o licor de creme irlandês em seu sabor Dublin Mudslide oferecendo "o mesmo sabor com menos desperdício", de acordo com a fabricante de sorvetes. O novo sabor Dublin Mudslide da Ben and Jerry's usa uma bebida sustentável feita de restos de soro de leite (9). Como pode ser observado na Figura 3.



Figura 3 – Sorvete Ben & Jerry's, sabor Dublin Mudslide

Fonte: Milkpoint, 2022.

O método utilizado para conversão do soro de leite é semelhante aos processos convencionais, através de uma fermentação microbiana é possível realizar a conversão de açúcares do substrato em etanol, então é realizada uma destilação para concentrar e separar o etanol de outros compostos voláteis. O principal açúcar fermentável do soro de leite é a lactose, que é fermentada pela levedura *Kluyveromyces marxianus*. Depois que os açúcares são convertidos em etanol (1). Assim o soro do leite é uma potencial matéria-prima para fortalecer a indústria de bebidas.

PRODUÇÃO DE β -GALACTOSIDASE

A lactose é um carboidrato encontrado no leite e seus derivados. Trata-se de um dissacarídeo redutor formado por um radical D-glicose e outro D-galactose unidos por uma ligação glicosídica β -1,4, considerado o componente mais importante dos sólidos não gordurosos do leite (3). Na Figura 4 é apresentado a molécula da Lactose.

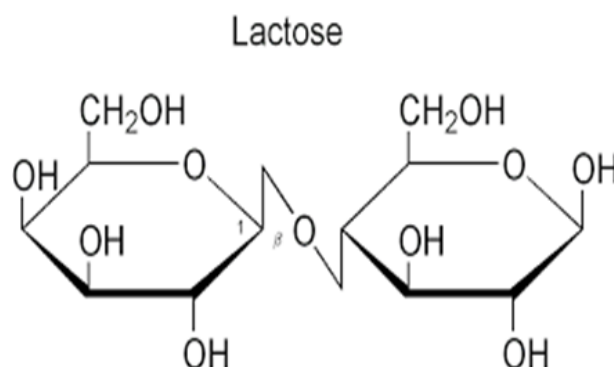


Figura 4 – Molécula da lactose.

Fonte: Fonte adaptada de Carvalho, 2019.

A enzima β -galactosidase, também chamada de lactase, é classificada como hidrolase, capaz de hidrolisar a lactose em glicose e galactose. Na hidrólise enzimática a β -galactosidase que está localizada na superfície chamada borda em escovado intestino delgado promove a quebra da lactose em dois monossacarídeos a glicose e a galactose, hexoses que são facilmente absorvidas pelo organismo (3). A intolerância nada mais é do que uma dificuldade em absorver o açúcar presente no leite, a lactose, pela incapacidade de produzir a enzima lactase, que é responsável por essa digestão. A lactose não absorvida, então, fica dentro do intestino e pode provocar sintomas variados: desconforto abdominal, gases, azia, cólica, sensação de estufamento, diarreia (10). É importante ressaltar que a intolerância à lactose é diferente da alergia do leite, que é uma reação imunológica as proteínas do leite e pode ter sintomas graves. Em humanos, a intolerância à lactose ocorre em 75% da população, sendo causada pela deficiência da β -galactosidase no organismo, que resulta em uma diminuição da atividade dessa enzima na membrana da borda da mucosa no intestino delgado em adultos. Preparações enzimáticas de lactases em produtos lácteos pode reduzir a lactose e promover um efeito benéfico para os intolerantes à lactose (3). A β -galactosidase vem sendo utilizada amplamente como suplemento de ingestão oral por pessoas intolerantes à lactose. Outra forma diferente de utilização é a utilização desta enzima em produtos na indústria de laticínios para promover a hidrólise da lactose obtendo-se assim, alimentos com baixos teores de lactose, melhorando a solubilidade e digestibilidade do leite e derivados lácteos, ideais para consumidores intolerantes à lactose (3).

Estudos realizados utilizando o soro de leite desproteínizado e suplementado como fonte de carbono alternativa para produção da enzima β -galactosidase por *Kluyveromyces lactis* NRRL Y1564 mostrou uma capacidade interessante de expressão dessa biomolécula com resultados de atividade em torno de 3,5 U/ml com 12 h de fermentação (3). O referido estudo mostrou que a utilização do resíduo do soro do queijo no processo fermentativo é promissor para síntese da β -galactosidase com potencial aplicação para escala industrial. Ressalta-se, ainda, a importância de uma técnica de purificação com redução de etapas, contribuindo para um grau de pureza significativo da biomolécula de interesse. Ademais, o suporte de imobilização proporcionou maior estabilidade a enzima, possibilitando sua reutilização e melhorando a separação de produtos com aplicação em vários processos industriais (3). Para evitar a intolerância à lactose, as pessoas geralmente optam por evitar produtos lácteos ou usar suplementos de lactase, porém o soro do leite emerge como importante subproduto para agregação de valor para a indústria de laticínios, como uma boa alternativa para a população intolerante a lactose.

PRODUÇÃO ALIMENTÍCIA

As proteínas presentes no soro do leite podem ser aplicadas como matéria-prima multifuncional. Dentre as propriedades pode-se citar: aeração, emulsificação, gelatinização e alta solubilidade. Estas propriedades permitem a elaboração de alimentos com aparência, sabor e textura agradáveis ao paladar (11). Na Tabela 1 estão descritas aplicações que podem ser atribuídas ao soro de leite no setor de alimentos levando em consideração as características funcionais (1).

Tabela 1. Exemplos de propriedades conferidas a alimentos pela adição de concentrados proteicos de soro de leite

Propriedade Funcional	Setor Alimentar	Percentual de proteína	Aplicações
Viscosidade	Sobremesa	35	Chocolates, nougat, barras de cereais, marshmallow.
Solubilidade, estabilidade coloidal	Bebidas	35	Bebidas fortificadas com proteína, bebidas isotônicas, chás, sucos, iogurtes, bebidas substituintes de refeições.
Emulsificação	Sopas, alimentos infantil	85	Sopas com zero gordura, molhos para saladas, queijos fundidos.
Formação de espumas	Confeitaria	35	Glacê, chantilly, creme de leite UHT.
Gelificação	Produtos lácteos	65	Iogurte, sorvete
Elasticidade	Panificação	65	Bolos, cookies, pães, biscoitos, waffles.
Absorção de água e gordura	Produtos de carne	85	Salsicha, nuggets, embutidos, bife de hambúrguer.

Fonte: Fonte adaptada de Bernardi, 2020.

Devido ao alto valor nutritivo do soro de leite, pode substituir o leite em pó em diversos alimentos industrializados, tendo como principal vantagem o custo inferior em relação ao mesmo, proporcionando ganhos às indústrias sem diminuir a qualidade dos produtos (1). A proteína do soro pode substituir parcialmente a proteína da carne, bem como substituir parcial ou totalmente a proteína de soja e outros agentes de ligação, cargas, amido modificado e hidrocolóides (2). A utilização do soro de leite na produção de produtos cárneos é viável, podendo ser utilizado como aditivo, substituindo ingredientes ou mesmo enriquecendo o alimento, influenciando positivamente sobre as características físico-químicas, nutricionais e propriedades sensoriais desejáveis atendo as demandas dos consumidores (2). É inegável que o soro do leite apresenta papel significativo para a produção e formulação de alimentos, sua capacidade de emulsificar e estabilizar é essencial para fabricação de produtos de alta variedade³ e qualidade.

PRODUÇÃO AGRÍCOLA

O soro do leite pode ser usado de diferentes formas na produção agrícola, algumas das principais formas incluem: fertilizantes, suplemento para ração animal, promoção da saúde do solo e melhoria na qualidade de ferragens. A avaliação do reaproveitamento agrônomico de efluentes buscando alcançar uma solução que alie ganhos econômicos e ambientais é sempre interessante. No caso do soro de leite, vislumbram-se ganhos com o reaproveitamento do efluente no solo. Essa disposição do soro de leite como fertirrigação no solo apresenta o potencial de reduzir os custos de adubação, promover a irrigação e ainda auxiliar na recuperação de pastagens subutilizadas e ou degradadas (6). No estudo sobre os efeitos do soro de leite no solo foi constatado que, os diferentes tratamentos não

proporcionaram alterações nos valores de pH dos solos. Os valores médios nos dois solos ao final do experimento foram de 6,5, muito acima do pH de 4,3 do soro utilizado, indicando que o efluente de natureza ácida, decorrente do processo de beneficiamento da muçarela salgada, não promoveu a acidificação do solo previamente corrigido para o plantio. De uma forma geral, o aumento das doses de soro proporcionou incremento nos teores de K, Na, Ca, Mg e P nos solos. A capacidade dos solos saturados de conduzir água foi aumentada linearmente com o incremento das doses de soro nos dois solos avaliados, característica que foi incrementada com o uso da poliacrilamida. Ao final do experimento conclui-se que o soro de leite usado como efluente é uma boa alternativa para aproveitamento deste resíduo.

INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Além das utilizações convencionais do soro de leite, diversos estudos apontam maneiras inovadoras de reaproveitamento deste subproduto, dentre as quais se destacam as aplicações a utilização dos componentes em produtos farmacêuticos, uma vez que são fontes de peptídeos bioativos, responsáveis por diversos efeitos benéficos à fisiologia humana, como por exemplo função antioxidante. Existem ainda pesquisas que descrevem o potencial hipocolesterolêmico do soro de leite, que é a capacidade de redução dos níveis séricos e hepáticos de colesterol total em indivíduos. Esse efeito é explicado pelos fosfolipídios presentes no soro, que atuam na via da síntese e na absorção intestinal do colesterol, diminuindo seus níveis sanguíneos (1). O uso do soro de leite na indústria farmacêutica, reflete uma visão moderna de sustentabilidade e eficiência na produção de medicamentos, beneficiando tanto a indústria quanto aos pacientes que precisam desses avanços biotecnológicos.

CONCLUSÕES

Através de processos biotecnológicos, o soro do leite pode ser aproveitado e transformado em produtos ambientalmente amigáveis. Essa substância líquida rica em proteínas, minerais e vitaminas e outros compostos bioativos têm sido objeto de estudo para pesquisas inovadoras de grande importância, abrangendo áreas que vão desde alimentação, nutrição, saúde e meio ambiente, deixando evidente sua versatilidade e influência no mercado consumidor. Em todos os dados usados no levantamento do presente estudo o soro do leite obteve excelentes resultados, deixando claro como esse substrato é valioso se for estudado e aplicado, podendo desempenhar papel cada vez mais importante na indústria.

Esse estudo buscou descrever as oportunidades acerca do uso do soro do leite em processos industriais. Em virtude de todas as aplicações e benefícios citados ao longo do texto, o soro do leite apresenta grande potencial biotecnológico, para se desenvolver cada vez mais como matéria-prima em diversos ramos da indústria, deixando no passado a ideia de substrato que deve ser descartado. À medida que a pesquisa e inovação continuam a avançar, é indispensável que novas aplicações e benefícios do soro do leite na indústria de biotecnologia continuem a surgir, contribuindo para melhoria da qualidade de produtos, saúde e sustentabilidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Prof.^a Gerla Castello Branco Chinelate pela orientação acadêmica, apoio e confiança na elaboração deste estudo. Á minha família, amigos e entes queridos, por seu apoio incondicional, compreensão e incentivo ao longo da minha vida. Vocês foram fonte constante de motivação. Aos professores e corpo docente da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, por compartilharem seus conhecimentos e experiências, muito obrigado. Por fim, minha gratidão vai para todas as fontes e recursos que consultei ao longo deste estudo, a todos que diretamente ou indiretamente fazem parte da minha jornada acadêmica.

REFERÊNCIAS

1. BERNARDI, Franciele. Soro de Leite- Alternativas para o processamento do subproduto [TCC]. Erechim – RS: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das MISSÕES; 2020.
2. QUEIROZ, et al. Soro de leite na produção de produtos cárneos [Internet]. 2021. [acesso em 2023 Out 15]. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro2021/uploads/592.pdf>
3. CARVALHO, Catherine Teixeira de. Aproveitamento do soro do queijo "coalho" para produção e aplicação da β -galactosidase [Tese]. Natal, RN: - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2020.
4. CAPPATO, L. et al. Aproveitamento do líquido residual da indústria do leite: soro de leite [Internet]. 2022. [acesso em 2023 Out 16]. Disponível em: <https://portalefood.com.br/artigos/aproveitamento-do-liquido-residual-da-industria-de-leite-o-soro-de-leite/>
5. SOUZA, Laura Barbosa de. Potencial de conservação de queijo coalho com uso de cobertura a base de soro e conservante natural e sintético [Tese]. Mossoró: Univeridade Federal Rural do Semi-árido, 2020.
6. FERRAZ, Karin da Costa Ribeiro. Uso agrícola de soro de leite: efeitos no solo, na emissão de CO_2 , na biomassa microbiana do solo e na produção vegetal [Dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2021.
7. ROSSETO, Marieli. Soro de leite em revestimentos comestíveis: aspectos de segurança alimentar. [Internet]. 2023. [acesso em 2023 Out 17]. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/revestimentos-comestiveis-de-soro-de-leite-uma-solucao-embaladora-e-comestivel/>
8. PEIXOTO. Et al. Aplicação de soro do leite na produção de filmes e revestimentos comestíveis para prolongar a vida útil dos alimentos. Jardim do Seridó: Agron Food Academy; 2023.



9. MILKPOINT. Bebida alcoólica com resíduos da produção de queijo auxilia em problema de descarte do soro [Internet]. 2022 [acesso em 2023 Out 16]. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/alcool-feito-de-residuos-de-queijo-pode-ajudar-a-resolver-o-problema-do-soro-do-leite-229566/>
10. BEZERRA, Antônio Luiz Moreira. Intolerância à lactose: como identificar e lidar com ela [Internet]. 2022 [acesso em 2023 Out 16]. Disponível em: <https://www.al.pi.leg.br/tv/noticias-tv-1/intolerancia-a-lactose-como-identificar-e-lidar-com-ela>
11. MILKPOINT. Soro do leite: aplicação na formulação de alimentos [Internet]. 2020 [acesso em 2023 Out 17]. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria-de-laticinios/vantagens-da-aplicacao-do-soro-de-leite-na-formulacao-de-produtos-alimenticios-219631/#:~:text=As%20prote%C3%ADnas%20presentes%20no%20soro,e%20textura%20agrad%C3%A1veis%20ao%20paladar.>

CRESCIMENTO DE MERCADO E REGISTROS DE PATENTE DE MARCAS DE CERVEJAS ARTESANAIS NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Mateus Ribeiro Costa¹; Krause Gonçalves Silveira Albuquerque²; Alberto Einstein
Pereira de Araújo³; Gerla Castello Branco Chinelate⁴

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFape,

mateusribeiro123@gmail.com

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFape,

albuquerque.k.g.s@gmail.com

³Docente do Curso de Engenharia de Alimentos – UFape,

alberto.araujo@ufape.edu.br

⁴Docente do Curso de Engenharia de Alimentos – UFape,

gerla.chinelate@ufape.edu.br

Resumo: Este artigo apresenta uma revisão sistemática sobre o crescimento do mercado de cervejas artesanais no Brasil em relação aos registros de patentes de marcas. A cerveja artesanal tem ganhado destaque como uma tendência crescente no mercado de bebidas, impulsionada pelo interesse dos consumidores por produtos diferenciados e de qualidade. Este estudo analisa a relação entre o aumento da demanda por cervejas artesanais no Brasil e a proteção de marcas por meio de registros de patentes, destacando a importância desse fenômeno para a inovação, a concorrência e a economia.

Palavras-chave: Cerveja; Cerveja Artesanal; Mercado; Propriedade Intelectual.

Abstract: This article presents a systematic review of the growth of the craft beer market in Brazil in relation to trademark patent registrations. Craft beer has gained prominence as a growing trend in the beverage market, driven by consumer interest in unique and high-quality products. This study examines the relationship between the increased demand for craft beers in Brazil and the protection of brands through patent registrations, highlighting the significance of this phenomenon for innovation, competition, and the economy.

Key- words: Beer; Craft Beer; Market; Intellectual Property.

INTRODUÇÃO

O crescimento do mercado de cervejas artesanais no Brasil tem seguido uma trajetória bastante otimista ao longo dos anos, ampliando cada vez mais o seu público interessado. Pela falta de definição, a maioria dos mercados consideram as definições oferecidas pela Brewers Association [1], principal associação mundial no setor, que descreve as cervejas artesanais sendo aquelas produzidas por microcervejarias que usam no processo de produção ingredientes tradicionais como malte de cevada ou ingredientes não tradicionais, porém inovadores, utilizados para diferenciá-las das cervejas populares.

O mercado cervejeiro no Brasil está em constante expansão, conforme registros do ano de 2017, que indicam um total de 679 estabelecimentos legalmente instalados de cervejarias no país [2]. Em 2020, as cervejarias presentes na região Sul-Sudeste permaneceram em crescimento: concentração de 85,6%. O segundo lugar em concentração de empresas fica para o Rio Grande do Sul, com 258 cervejarias registradas, obtendo um crescimento médio de 22,4%. Ao final de 2020, o número total de empresas cervejeiras no Brasil atingiu a marca de 1383 estabelecimentos [3].

No cenário global, o Brasil se destaca como o terceiro maior consumidor de cerveja do mundo e possui apenas uma cervejaria registrada para cada 137.713 habitantes [4]. Este dado evidencia a considerável oportunidade de expansão das cervejarias artesanais, principalmente em cidades do interior em que esse número se torna maior ainda. Além disso, de acordo com os dados divulgados pela Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, a CervBrasil, o setor cervejeiro é um dos que mais empregam no país, gerando mais de 2,7 milhões de empregos, exercendo um impacto econômico abrangente em todas as regiões territoriais [5].

Os documentos patentários são instrumentos de suma importância para análise da evolução do setor cervejeiro, principalmente quando se observa as evoluções referentes aos equipamentos envolvidos na produção da cerveja. Essa importância se dá em decorrência das informações tecnológicas contidas nesses documentos, além das características de novidade, atividade inventiva e aplicação industrial que os mesmos possuem; características essas essenciais a essa modalidade de proteção [6].

A posse de uma patente permite que o detentor proíba outros de usar as informações tecnológicas especificadas no processo de proteção, durante um intervalo de 20 anos. No entanto, ao optar pela proteção por meio do segredo industrial, esse prazo tem a possibilidade de se estender, desde que a tecnologia permaneça não divulgada. Considerando que procedimentos de fabricação podem ser protegidos por patentes, muitos produtores desejam assegurar que suas inovações e métodos não sejam replicados ou aproveitados [7]

Nesse contexto, a presente revisão sistemática tem como objetivo investigar o crescimento do mercado de cervejas artesanais. Além disso, averiguar os registros de patentes de marcas de cerveja no Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar esta revisão sistemática, foi conduzida uma busca abrangente em bases de dados acadêmicas, relatórios de mercado e sites de órgãos reguladores relacionados à indústria de bebidas alcoólicas e à propriedade intelectual.

Uma revisão sistemática consiste em um levantamento de dados que apresentam a mesma linha de pesquisa para diferentes autores, tendo como objetivo avaliar os dados obtidos e responder a uma pergunta. Para o presente trabalho a pergunta em questão é: “Como se deu o crescimento de cervejas artesanais no Brasil nos últimos 10 anos e o registro de novas patentes de marcas de cervejas artesanais no INPI?”. Os critérios de inclusão envolveram estudos e informações que abordassem tanto o crescimento do mercado de cervejas artesanais no Brasil quanto os registros de patentes de marcas relacionadas a esses produtos.

A pesquisa foi realizada no mês de agosto de 2023. Para realizar a seleção das publicações foi utilizado o Periódico Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Google Acadêmico, SciELO, INPI, entre outras bases de dados.

Após a finalização da pesquisa inicial com as palavras e seus equivalentes na língua portuguesa, a busca foi filtrada em relação à linguagem, data de publicação e o tipo de acesso, tendo como pré-requisito o livre acesso dos artigos para serem lidos e incluídos na presente revisão sistemática. Das diversas fontes encontradas, os títulos e resumos foram examinados, visando a uma seleção mais precisa em relação ao tema de investigação. Os

trabalhos que passaram por esse processo foram lidos na íntegra para determinar se seriam considerados pertinentes ou não, sendo então empregados como elementos de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

BUSCA DE ARTIGOS

A pesquisa inicial realizada nas bases de dados resultou em aproximadamente 30 (trinta) mil, publicados desde 2013. Considerando para realização desta revisão sistemática os estudos realizados nos últimos 10 (dez) anos, foram excluídos todos aqueles que antecedem 2013, assim como as publicações em outra linguagem, selecionando apenas publicações em língua portuguesa.

Das 85 publicações resultantes desta fatia, 10 foram selecionadas após refinar as buscas de acordo com os parâmetros citados anteriormente. Estas 10 publicações contemplavam os critérios de inclusão (crescimento de mercado e novos registros de patente de marcas de cerveja artesanal).

MERCADO DE CERVEJAS ARTESANAIS

O mercado de cervejas artesanais no Brasil tem experimentado um crescimento significativo nos últimos anos. Esse crescimento pode ser atribuído a uma série de fatores, incluindo a busca dos consumidores por produtos de qualidade superior, o surgimento de microcervejarias e o aumento da cultura de apreciação de cervejas. A diversificação de estilos, sabores e ingredientes também tem desempenhado um papel importante nesse crescimento, atraindo uma base de consumidores mais ampla.

A indústria cervejeira artesanal é uma das seções crescentes na indústria de bebidas e sua popularidade traz consigo as preferências comerciais de cerveja dos indivíduos e as tendências de consumo [8]. O Brasil encontra-se na terceira posição mundial de produção volumétrica de cerveja, ficando atrás apenas para a China e Estados Unidos. A República Tcheca é considerada o país que mais consome cerveja em relação ao número de habitantes [9].

Segundo estudos da Kirin Beer University, o povo brasileiro ingeria uma média de 67 litros de cerveja por habitante ao ano, conquistando a 24ª posição do ranking de consumo per capita mundial. Ainda segundo [10], o aumento na produção e no consumo de cervejas artesanais, no Brasil, tem também mudado a percepção das pessoas sobre a mesma. A cerveja

se apresenta agora de forma nobre, como um alimento refinado e como um coerente acompanhamento de pratos sofisticados ou gourmets.

As cervejas artesanais e especiais vivem hoje no Brasil um mercado de transformação. De acordo com uma pesquisa divulgada em 2018 pelo Jornal Estado de Minas, a fabricação da bebida cresceu aproximadamente 130% nos últimos cinco anos [11]. Perante o exposto, o setor cervejeiro se constitui como um mercado em franca expansão, representando 1,6% do PIB e 14% da indústria de transformação [12].

De acordo com a Nielsen, divulgada pelo G1 Economia [13], apesar das vendas totais de cervejas caírem em 2017 em 1,7% em comparação ao ano anterior, observou-se um crescimento nas vendas das consideradas cervejas artesanais, a qual obtiveram um aumento de 13% das vendas. Desta forma, o consumo foi menor, e a busca pela qualidade maior.

A análise do crescimento do setor nos últimos 10 anos permite observar que se nota uma evolução importante. Impulsionados pela mudança cultural em emergência, e a partir do surgimento de um novo perfil de consumidor, que se preocupa com a qualidade dos produtos adquiridos, o aumento do número de cervejarias artesanais no país vem sendo destaque nos últimos dez anos [12]

O mercado de cervejas artesanais e especiais apresenta oportunidades para a criação de novos negócios, influenciadas por tendências do setor, sobretudo advindas da Europa e dos Estados Unidos. Iniciativas como a abertura de bares, pubs, gastropubs, dentre outros, ajudam no desenvolvimento e fortalecimento da cerveja artesanal e de seu consumo por brasileiros. Produtores e idealizadores desses espaços revelam que buscaram estruturar negócios que valorizam as experiências de consumo e a materialização de valores culturais nesses negócios [14].

DEPÓSITO DE PATENTES DE CERVEJAS ARTESANAIS

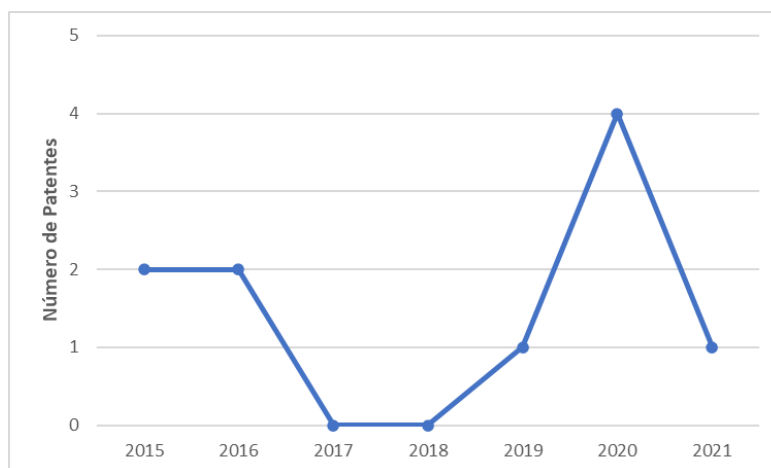
Os registros de patente de marcas são ferramentas essenciais para proteger a identidade e a propriedade intelectual das cervejarias artesanais. Esses registros garantem que os esforços criativos e inovadores investidos no desenvolvimento de novos sabores e marcas não sejam facilmente replicados por concorrentes. Além disso, as patentes de marcas

podem conferir vantagens competitivas no mercado, permitindo que as cervejarias artesanais construam uma base de consumidores leais em um ambiente cada vez mais competitivo.

A patente consiste em um documento nomeado de “Carta-Patente”. O governo de uma nação é o responsável por conceder esse direito sobre a criação para o titular, e esse poder é válido dentro do território onde a patente foi registrada. Ademais, protege o detento de que terceiros utilizem de sua invenção sem permissão prévia. Vale salientar que algumas tecnologias não podem ser agraciadas com a proteção de patentes, cada país tem suas leis específicas para determinar os critérios de validação das patentes, para o Brasil temos alguns exemplos de tecnologias que não são contempladas: plantas, animais, materiais encontrados na natureza, métodos terapêuticos [15].

A partir dos dados coletados através do portal do INPI, foi possível mensurar que no período de 2015 a 2021 foram depositadas 10 patentes relacionadas com o tema da pesquisa. Nos anos de 2013 e 2014 não foram encontrados nenhum depósito de patente no portal. No Gráfico 1, encontra-se o detalhamento dos dados coletados, em relação ao número de patentes depositadas por ano.

Gráfico 1 - Número de patentes no Brasil no período de 2015 a 2021



Fonte: Produzido pelo autor com base nos dados de (INPI, 2023).

Dentre os anos citados, como se observa no Gráfico 1, o que mais se destaca é o ano de 2020, onde nove patentes foram depositadas, sendo esse o pico de registros para o período estudado. Segundo o presidente do INPI, Cláudio Vilar Furtado, os Ativos de Propriedade Intelectual ainda estão sob exploração no Brasil, em parte devido à falta de cultura em relação à proteção da Propriedade Intelectual existente no país [16].

Após o maior número ser observado em 2020, ocorreu uma redução em 2021. Em matéria publicada na CNN Brasil, os autores Jonone e Barreto [17] afirmaram que os registros de patentes no Brasil vêm diminuindo desde o ano de 2019 até 2021, apresentando uma redução de 5% nesse período. Isso pode ter ocorrido pela redução da industrialização do país e pela redução no financiamento de pesquisas, além da redução na atividade econômica causada pela pandemia.

Segundo pesquisa de Fernandes [7], realizada no INPI utilizando a palavra “cerveja” contida no título do pedido de patente, foi possível perceber o surgimento de 227 resultados. Desses 227 resultados, 10 foram de pedidos de patente de novos sabores de cerveja, ou seja, 217 dos resultados são processos, equipamentos e embalagens. Esses dados sugerem que na indústria cervejeira no Brasil, as representações presentes no INPI por empresas ou inventores individuais, estão ligadas à proteção de equipamentos e isso é confirmado quando observado o número de pedidos de patente referente a cerveja em que sua maioria é referente a equipamentos.

A relação entre o crescimento do mercado de cervejas artesanais e os registros de patente de marcas tem implicações significativas para a inovação e a economia. Ao garantir a proteção de suas criações, as cervejarias artesanais são incentivadas a investir em pesquisa e desenvolvimento, resultando em uma gama mais ampla e diversificada de produtos. Além disso, esse cenário fomenta a concorrência saudável, impulsionando a qualidade geral do mercado de cervejas.

CONCLUSÕES

Através das discussões analisadas no presente artigo, é possível concluir que tanto o crescimento do mercado de cerveja artesanal são perspectivas muito estudadas nos últimos anos. Além disso, foi possível destacar a presença significativa de patentes de marcas de cervejas depositadas no INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial). Assim, os resultados demonstram a caracterização de um setor de atividades emergente, estruturado ainda de forma nova do ponto de vista mercadológico e econômico, mas com amplo potencial em termos empreendedores, organizacionais e de inovação.

Foi possível constatar uma evolução dos registros de patentes, mostrando os pontos mais importantes no período de 2019 para 2020. Além do mais, é possível notar que há uma

ênfase no pedido de patentes para equipamentos de fabricação de cerveja, visto que os processos de produção, as formulações, são geralmente guardados em segredo industrial. Por outro lado, a engenharia que sustenta esses processos está em evolução constante e, frequentemente, tem sido protegida por meio de patentes, exemplificado pelo caso dos equipamentos. Os pedidos de patente nesse ramo tecnológico têm muito a crescer em todo o mundo, uma vez que a indústria está em constante mudança e se adaptando a novos consumidores e apreciadores dessa bebida milenar.

Em conclusão, o crescimento do mercado de cervejas artesanais no Brasil está intrinsecamente ligado aos registros de patente de marcas. A proteção da propriedade intelectual por meio de patentes é uma peça fundamental para promover a inovação, impulsionar a concorrência e fortalecer a economia. A contínua interação entre o aumento da demanda por produtos diferenciados e a busca pela proteção legal deve ser reconhecida e apoiada, criando um ambiente propício para a criatividade e o crescimento sustentável das cervejarias artesanais no Brasil.

REFERÊNCIAS

1. BREWERS ASSOCIATION. 2015. Craft vs. craft: A statement from the Brewers Association. [Internet]. [acesso em 3 Out 2023]. Disponível em: <https://www.brewersassociation.org/statistics/craft-brewer-defined/>
2. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário da cerveja no Brasil 2018. [Internet]. [acesso em 3 Out 2023]. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta_publicacoesDIPOV/anuario-da-cerveja-no-brasil-2018/view.
3. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário da Cerveja 2020. 2021. [Internet]. [acesso em 5 Out 2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3mil/anuariocerveja2.pdf>.
4. MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário da Cerveja: 2021. Brasília: MAPA/DAS, 2022. [Internet]. [acesso em 5 Out 2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2021.pdf>
5. CERVBRAZIL, Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. O setor cervejeiro é um dos que mais empregam no Brasil. [Internet]. [acesso em 6 Out 2023].

- Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/o-setor-ervejeiro-mais-emprega-no-brasil
6. INPI. [Internet]. [acesso em 22 Ago 2023]. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/>
 7. FERNANDES, Thiago Lara et al. Prospecção Tecnológica: uma visão das inovações e perspectivas do mercado cervejeiro. *Cadernos de Prospecção*, v. 10, n. 4, p. 851-851, 2017.
 8. AQUILANI, B.; et al. Beer choice and consumption determinants when craft beers are tasted: An exploratory study of consumer preferences. *Food Quality and Preference*, v. 41, p. 214-244, 2015.
 9. CERVBRSIL. Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. Mercado Cervejeiro. São Paulo, 2018. [Internet]. [acesso em 4 Out 2023]. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/mercadocervejeiro.
 10. Giorgi, V. V. (2015). “Cultos em cerveja”: discursos sobre a cerveja artesanal no Brasil. *Sociedade e Cultura*, 18(1), 101-111.
 11. JORNAL ESTADO DE MINAS 2018 [Internet]. [acesso em 10 Out 2023]. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2018/10/15/internas_economia,997156/cervejas-artesanais-ganhamforca-no-mercado-nacional.shtml
 12. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. [Internet]. [acesso em 6 Out 2023]. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/microcervejarias-ganham-espaco-no-mercadonacional,fbe9be300704e410VgnVCM1000003b74010aRCRD>
 13. G1 ECONOMIA 2018. [Internet]. [acesso em 6 Out 2023]. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/pme/noticia/numerode-cervejarias-no-brasil-quase-dobra-em-3-anos-e-setor-volta-criar-empregos.ghtml>
 14. ANACLETO, M. L. O.; SALUME, P. K. O consumo de cervejas artesanais sob a perspectiva do marketing de experiências. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 19, São Paulo, 2016. Anais... São Paulo: FEA/USP, 2016.
 15. FIGUEIREDO, Luciana Harumi Morimoto. Noções de Propriedade Intelectual - Patenteamento na Embrapa: Conceitos e Procedimentos. 1ª. ed. Brasília, DF: Assessoria de Inovação Tecnológica, 2008. 130 p. ISSN 1983-0610.
 16. INTERFARMA. Patentes: Luta contra a burocracia. 2019 [Internet]. [acesso em 7 Out 2023]. Disponível em: <https://www.interfarma.org.br/noticias/2044>.



17. JONONE, Lucas; BARRETO, Elis. Pedido de patentes no Brasil registra queda pelo 3º ano consecutivo, diz INPI. CNN Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/pedido-de-patentes-no-brasil-registra-queda-pelo-3oano-consecutivo-diz-inpi/>

ALTERAÇÕES NO CONTEÚDO DOS POLIFENÓIS DURANTE O PROCESSAMENTO DO CACAU (*Theobroma cacao L.*) AO CHOCOLATE E O IMPACTO NA ACEITAÇÃO SENSORIAL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Michelle Florenzano Mota¹; Bárbara Nicchio Casotti²

¹Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES – Alegre, Espírito Santo – Brasil. E-mail: michele.fm@hotmail.com, ²Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES – Alegre, Espírito Santo – Brasil. E-mail: bnicchio@gmail.com

Resumo: O cacau é uma das culturas mais importantes nos países de clima tropical. Essa matéria prima contém altas concentrações de polifenóis, que são um amplo grupo de substâncias provindas do metabolismo de plantas. Atualmente, esses compostos têm sido largamente estudados em razão das propriedades fisiológicas benéficas à saúde humana. Além disso, esses compostos alteram a qualidade sensorial dos alimentos, principalmente quanto à cor e sabor, como no caso do chocolate, um dos produtos derivados do cacau. Durante o processamento do fruto, a concentração de polifenóis é diminuída devido à variedade de etapas a que o cacau é submetido para o desenvolvimento do sabor do chocolate. Dada a importância desse grupo de substâncias, visto que elas modificam sensorialmente e nutricionalmente o chocolate, o objetivo dessa revisão foi elucidar as mudanças no perfil e nos teores dos polifenóis, provocadas pelo processamento do cacau ao chocolate, além das características sensoriais que estes compostos apresentam no chocolate. Desse modo, foi possível evidenciar que o processamento do cacau ao chocolate leva a perda de polifenóis no produto, o que é desejável do ponto de vista do sabor, mas altamente indesejável do ponto de vista das propriedades fisiológicas que estes compostos apresentam.

Palavras-chave: aceitação sensorial; cacau; chocolate; polifenóis.

INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao L.*) é a terceira cultura mais importante para os países de clima tropical. Embora acredita-se que essa matéria prima tenha se originado na Mesoamérica, estudos recentes mostram a região do alto Amazonas na América do Sul como região de origem (1). Esse fruto é rico em nutrientes e a composição nutricional dos seus grãos frescos varia de acordo com diversos fatores como variedade, localidade, tipo de cultivo, entre outros (2). De maneira geral, o cacau é composto por água em sua maioria, seguido por gordura, proteínas, polifenóis e sacarose (3).

A região equatorial da África Ocidental é responsável pela produção de aproximadamente 70% do cacau cultivado em todo o mundo, sendo que Costa do Marfim e Gana apresentam, juntos, cerca de 60% da produção global (4). O restante da produção é distribuído entre as regiões equatoriais da América Latina, na África Ocidental e Central, e no Sudeste Asiático (5).

Em relação ao Brasil, o mesmo é sétimo maior produtor mundial de cacau, com uma colheita anual de cerca de 270 mil toneladas de fruto, o que equivale a aproximadamente 5% da produção global (6). De acordo com dados da ABICAB, em 2022, prevê-se um crescimento setorial médio global de 7%, bem como um avanço de 16% nos volumes de negociação por meio de chocolateiros locais (7).

Entre os diversos derivados do cacau, o produto que se destaca mundialmente, sendo também o mais valorizado, é o chocolate (8). O chocolate é obtido a partir da mistura de derivados de cacau, tais como massa de cacau - também conhecido como pasta ou liquor-, cacau em pó e manteiga de cacau, com outros ingredientes, contendo, no mínimo, 25% (g/100 g) de sólidos totais de cacau (BRASIL, 2005) (10).

As características sensoriais do chocolate são resultado de uma união de fatores como a sua variedade, local de cultivo, práticas pós-colheita e tratamento para sua obtenção. Os consumidores normalmente apreciam este produto por sua qualidade sensorial altamente atraente. No entanto, nos últimos anos, mais interesse tem sido colocado em sua composição nutricional, principalmente pela presença de compostos fenólicos, também chamados de polifenóis (FERREIRA DE OLIVEIRA; MILANI; EFRAIM; MORGANO; TFOUNI, 2021) (11).

O conteúdo, composição e as variações no teor de polifenóis em cacau são atribuídas às diferentes condições de cultivo do cacauzeiro (12), à região geográfica (13), às variações genéticas e diferentes condições de processamento, bem como ao emprego de diversas metodologias de determinação (14) e, por isso, sua concentração é variável tanto no fruto do cacau quanto no chocolate.

A presença de polifenóis não influencia apenas as propriedades antioxidantes, mas também afeta as propriedades sensoriais, como cor e sabor, por isso a importância do controle durante todas as etapas do processamento do chocolate. Isso ocorre pois os polifenóis presentes nos grãos de cacau podem sofrer muitas transformações, durante o processamento do chocolate, incluindo polimerização, hidrólise ou reações com proteínas (15). Sendo assim, o conhecimento das mudanças no teor de polifenóis ao longo da cadeia tecnológica, permite que medidas sejam adotadas para manter adequado o teor desses compostos na obtenção do produto final (16).

Há estudos que se concentram na avaliação e otimização do teor de compostos fenólicos de forma exclusivamente quantitativa, desconsiderando a aceitação sensorial do produto final. Nesse sentido, considerando a influência dos polifenóis na composição do chocolate, juntamente com o seu efeito sensorial sobre este produto, esta revisão tem como escopo a apresentação das propriedades dos polifenóis presentes no cacau, as modificações sofridas durante o processamento do mesmo e as particularidades sensoriais apresentadas por estes compostos no principal derivado do cacau, o chocolate.

Para tal, esta revisão utilizou o método de busca booleana em bancos de dados digitais de confiabilidade reconhecida, incluindo artigos científicos, livros, teses e dissertações, que abordam o rastreamento desses compostos nas diversas etapas do processamento do cacau ao chocolate, bem como seus efeitos na saúde, e potencial aceitação do consumidor.

TÓPICOS

Cacau

O cacau pertence à família das *Sterculiaceae* e ao gênero *Theobroma*. O gênero possui vinte e duas espécies, das quais *Theobroma cacao* L. é a mais importante comercialmente (17).

Dentre as diversas variedades de cacau existentes, os cacauzeiros estão divididos em três grandes grupos, distintos geneticamente: Criollo, Forastero e Trinitário. Os dois grupos principais, Forastero e Criollo, são definidos com base em características morfológicas como tamanho, forma, cor e aparência, e origens geográficas. E o terceiro grupo, Trinitário, consiste em um híbrido entre os dois principais grupos. Essas variedades podem ser diferenciadas ainda quanto às diferenças com relação ao formato, produtividade e resistência às doenças, e características físico-químicas e sensoriais, além de exigirem diferentes parâmetros nas etapas de processamento das amêndoas (18) (19).

O Cacau Forastero é encontrado originalmente na América do Sul, e possui diferentes habitats na região amazônica (20). Essa variedade, geralmente apresenta árvores de maior porte, longevas, produtivas e resistentes a enfermidades, e a maior parte da produção ocorre no Brasil e no continente Africano (17). As sementes desta variedade são intensamente pigmentadas, achatadas e com sabor mais ácido e adstringente, quando comparado a variedade Criollo (17) (21).

A variedade Criollo é encontrada originalmente na América Central, e corresponde a 5% da produção mundial comercializada. Atualmente, são encontradas em plantações mais antigas e cultivados em regiões da Venezuela, Jamaica, Trinidad e outras pequenas ilhas do Caribe, Madagascar, Sri Lanka e Samoa. Suas árvores apresentam pequeno porte, baixa produtividade, são menos vigorosas e mais vulnerável às doenças (17). Os cotilédones dessa variedade não contêm células pigmentadas, sendo, portanto, de coloração branca. Suas sementes apresentam delicado e raro sabor, e por isso são conhecidas mundialmente como “cacau fino” (17).

Por ser um híbrido, o fruto da variedade Trinitário, reúne as características sensoriais da variedade Criollo, e a resistência a pragas da variedade Forastero (21). Ainda podem ser citadas ainda os grupos genéticos Amelonado, Catongo, Nacional, Maraño, Curaray, Iquitos, Nanay, Contamana, Purús e Guiana (19).

A existência de diversas espécies de cacau exerce uma influência direta nas características nutricionais e funcionais do fruto, e conseqüentemente, nos produtos derivados dele. Essas divergências podem ser atribuídas a uma variedade de fatores, incluindo a composição genética específica da variedade, origem botânica, localização e condições de crescimento, como clima, incidência solar, precipitação, condições do solo, amadurecimento, tempo de colheita e intervalo de tempo entre a colheita e a fase de fermentação das sementes (22). Estes componentes contribuem para a variação dos aspectos físico-químicos, bem como para aspectos sensoriais na formação final dos produtos derivados do cacau.

No entanto, mesmo com a grande variedade de cacau existente, os cotilédones da semente do cacau em sua forma bruta apresentam características adstringente e sabor desagradável, necessitando serem fermentados, secos e torrados para adquirir o sabor de "chocolate" propriamente dito (23).

Chocolate

Chocolates são suspensões semi-sólidas de finas partículas sólidas de açúcar e cacau em uma fase contínua de gordura. O que difere entre os tipos de chocolate é o teor de cacau sólido, gordura do leite e manteiga de cacau. Assim, cada categoria de chocolate tem uma proporção variável de carboidratos, gorduras e proteínas (24).

Os processos de fabricação de chocolate diferem devido a variações nas preferências dos consumidores nacionais e nas práticas de processamento. Tradicionalmente, o processo da fabricação do chocolate é conduzido a partir das sementes de cacau por meio de um processo de várias etapas (Figura 1) que envolve fermentação, secagem, torrefação, moagem e refino, conchagem e têmpera para garantir sua estabilidade e sabor (25).

O primeiro estágio do processamento do chocolate consiste na fermentação das sementes de cacau, com o objetivo de desenvolver o sabor característico do produto. Em seguida, é procedida a retirada da água através da secagem, seguida pelo processo de torrefação, limpeza, descascamento e trituração das amêndoas de cacau em formato de nibs, que se trata de fragmentos de amêndoas sem casca. Posteriormente, os nibs são submetidos à moagem e refinamento, resultando na obtenção do liquor de cacau, o qual é combinado com diferentes ingredientes, dando origem a distintos tipos de chocolate (26).

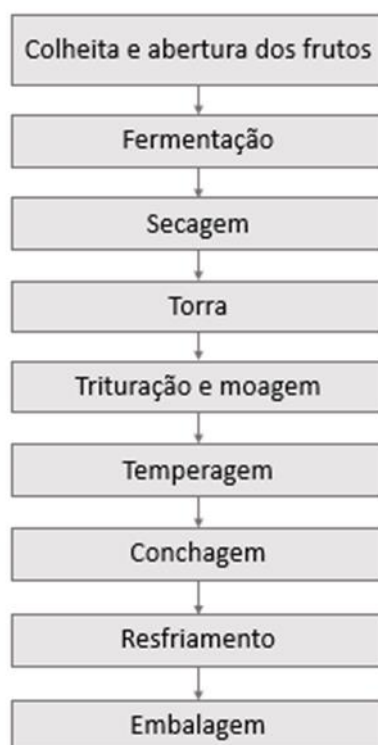


Figura 1 - Fluxograma de produção do chocolate
Fonte: As autoras.

O percentual de *liquor* utilizado na formulação dos chocolates influencia diretamente na quantidade de polifenóis, bem como no sabor amargo do produto (27). Assim, chocolates

amargos possuem maior quantidade de *liquor* de cacau e por consequência, maiores concentrações de polifenóis, seguidos do meio amargo e ao leite (25).

Polifenóis

Os polifenóis, também conhecidos como compostos fenólicos, constituem um vasto conjunto de substâncias sintetizadas durante o processo metabólico de plantas (28). Devido às suas propriedades benéficas para a saúde humana, têm sido objeto de intenso estudo. Há uma diversidade de efeitos positivos relacionados ao consumo dos polifenóis presentes em produtos derivados do cacau que são descritos na literatura científica. Entre eles, pode-se citar a potente capacidade antioxidante na prevenção de reações oxidativas e de formação de radicais livres (29), com potencial efeito no aumento da resistência do organismo ao estresse oxidativo (30). Outros efeitos positivos para a saúde são as propriedades antiinflamatória, anticarcinogênica, antiaterogênica, antitrombótica, antimicrobiana, analgésica e vasodilatadora (31).

Uva, vinho tinto, chá preto, chá verde, frutas como maçã, morango, cereja, ameixa, pêssego e similares, além das sementes de cacau e o próprio chocolate, são ricos nesses compostos (32). Além das propriedades já citadas, tais compostos possuem associação com a coloração e o sabor dos produtos, incluindo destaque nas notas de amargor e adstringência (33).

Por se tratar de um amplo grupo, contendo mais de oito mil compostos já identificados, os polifenóis podem ser distribuídos em diferentes classes, dependendo de sua estrutura básica ou de sua massa molecular (32), sendo o grupo dos flavonóides um dos mais importantes (Figura 2) (21).

Nos flavonóides estão presentes os flavonóis, flavononas, flavonas e antocianinas. Dentre os flavonóis, estão as catequinas e as epicatequinas, responsáveis pela formação das procianidinas que, quando presentes no organismo humano, exercem diversas funções fisiológicas como efeitos antioxidantes retardando o aparecimento de doenças, além de inibir a formação de infecções agudas e melhorar a saúde cardiovascular (32).

Polifenóis no cacau

As amêndoas de cacau fermentadas e secas possuem de 6 a 12% (base seca) (34) de compostos fenólicos em sua composição. Vale ressaltar que os teores de compostos fenólicos estão relacionados com a origem, a variedade e cultivar do cacau, com a fermentação, e com os parâmetros e métodos empregados no processo, e variam de acordo com esses fatores. Variedades como Forastero, por exemplo, estão associadas a uma maior concentração de polifenóis em relação à variedade Criollo, que apresenta baixo teor de antocianinas (32).

Os flavonóides constituem o maior e mais diversos grupo de compostos fenólicos encontrados em grãos de cacau (14). Elevadas capacidades antioxidantes do grão e dos produtos de cacau são por causa dos altos teores destes compostos. Nos grãos, se encontram nas células pigmentares dos cotilédones e, dependendo do teor de antocianinas destas, também podem ser chamadas de células de armazenamento de polifenol (14).

A amêndoa do cacau possui mais flavonóides totais por porção de consumo, e exhibe uma maior capacidade antioxidante, do que o chá verde e o vinho tinto (3,7 e 1,8 vezes mais, respectivamente) (32), que já são alimentos conhecidos por serem ricos em compostos fenólicos. A Figura 2 mostra os principais compostos fenólicos que são encontrados no cacau.

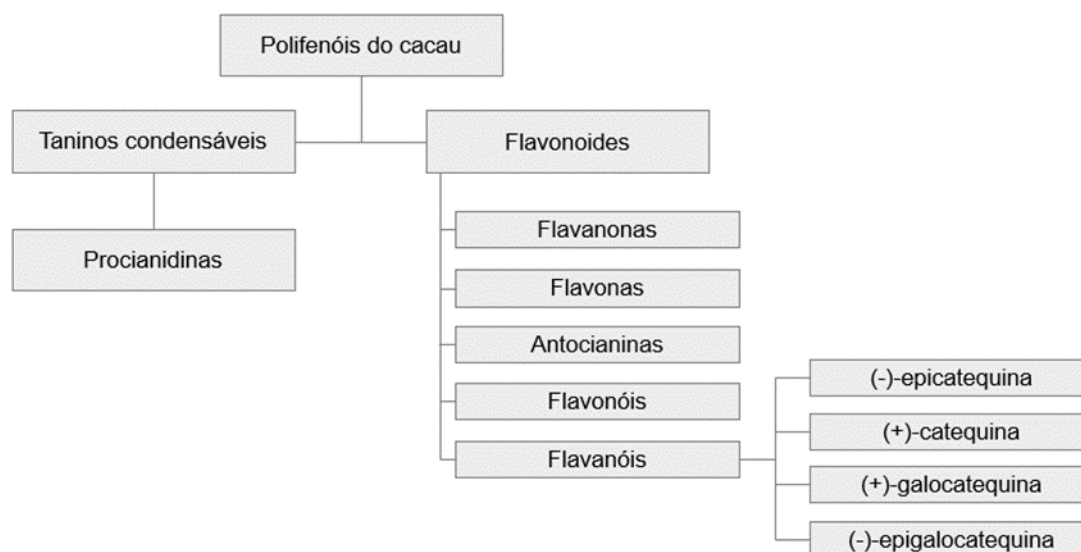


Figura 2 – Principais compostos fenólicos encontrados no cacau.
Fonte: Adaptado de Efraim (2011).

No cacau, os flavonoides monoméricos, representam a maior classe no qual (também chamados flavan-3-óis) compreendem as principais unidades constitutivas das proantocianidinas condensadas (35). Configuram cerca de 37% do total de compostos fenólicos, representados principalmente pelas epicatequinas (35%), procianidinas (58%) e antocianinas (4%) (29).

As antocianinas são responsáveis pela cor púrpura típica dos grãos não fermentados. Apresentam em sua estrutura química um resíduo de açúcar na posição 3, o qual é facilmente hidrolisado em açúcar e cianidina durante a fermentação do cacau. Por sua vez, os açúcares polimerizam com catequinas para formar taninos complexos (ARON; KENNEDY, 2008) (34). As sementes de cacau *in natura* contêm pigmentos antociânicos roxos, 3- β -D-galactosidil-cianidina e 3- α -L- arabinosidil-cianidina. Durante a fermentação, a estabilidade das antocianinas à perda de cor é aumentada consideravelmente pela presença de ácidos fenólicos (36) (37).

Influência do processamento do cacau a chocolate no teor compostos fenólicos

Fermentação

O processo chave que determina as características qualitativas e físico-químicas dos produtos de cacau é a fermentação. Geralmente essa etapa é realizada em condições ambientais naturais (38).

Durante a fermentação do cacau, diversas modificações químicas e bioquímicas ocorrem. Dentre elas estão: produção de álcool por leveduras; produção de ácidos lático e acético por bactérias; morte do gérmen; liberação de enzimas e substratos; hidrólise de proteínas; hidrólise da sacarose em glicose e frutose; e a difusão de compostos fenólicos, que entram em contato com as enzimas. A polifenoloxidase e a peroxidase, são responsáveis em parte pela redução de cerca de 70% dos polifenóis durante esta etapa (WOLLGAST;

ANKLAM, 2000a) (13), sendo a (-)-epicatequina o composto fenólico que sofre maior redução – cerca de 90% de sua concentração inicial (34).

Os valores de pH e temperatura alcançados devido à atividade microbiana são fatores determinantes para obtenção de condições ótimas para a atuação das enzimas responsáveis pelas reações supracitadas (39). Esses dois parâmetros são os principais responsáveis pela morte do germen e consequente perda da capacidade de germinação. É a partir deste momento que as sementes passam a ser chamadas de amêndoas de cacau.

Durante a fermentação ocorrem reações oxidativas e de condensação, críticas para a formação do sabor e da cor do cacau, como a oxidação de complexos proteína-polifenol e condensação de carbonil-amino que reduzem a adstringência (22). Essas reações entre proteínas e peptídeos com polifenóis contribuem para a cor marrom associada ao cacau (40).

Existem estudos com diferentes resultados obtidos em relação à redução dos polifenóis durante a etapa de fermentação do cacau (Tabela 1). Pelas variadas formas de conduzir esse processo, pesquisadores realizaram experimentos em diferentes condições e com diferentes materiais. No estudo realizado por de Brito et al., (2000) (34), o teor de compostos fenólicos diminuiu 32% na amostra seca, em comparação com a amostra fermentada.

Elwers et al., (2009) (41), observaram maior diminuição no teor de catequinas durante a fermentação e secagem de amostras de cacau Criollo em comparação com as amostras dos outros grupos genotípicos analisados (Forastero e Trinitário). Esse fato confirma a complexidade dos tratamentos de processamento das amêndoas de cacau, bem como a diversidade da matéria-prima (38).

Tabela 1 – Redução de polifenóis durante a etapa de fermentação em diferentes estudos

Matrix	Resultados				Unidade	Referência
	Início da Fermentação	Final da Fermentação	Máximo e mínimo			
Cacau fermentado (120h), seco e desengordurado (cultivares Sulawesi 1, Sulawesi 2, ICCRI 03 e KW617)	Sulawesi1: 96,937 ± 5,38 Sulawesi 2: 75,388±4,95 ICCRI 03: 81,416±4,09 KW 617: 48,798±1,94	Sulawesi1: 41,684±2,81 Sulawesi 2: 72,140±3,67 ICCRI 03: 63,772±1,08 KW 617: 46,160±0,87	-		(mg/g)	Dwijatmoko (2018) (42)
Cacau fermentado (216h) e desengordurado	Criollo: 3,0 CNN51: 2,9 Mg GAE/ mg pó de cacau	Criollo: 2,4 CNN51: 1,8	Criollo: Máx 6,2 – 25h Mín 1,2 – 160h CNN51: Máx: 3,0 – 25h		Mg GAE/g cacau	Cortez et. al (2023) (43)

			Mín: 2,5 – 170h		
Cacau fermentado (168h)	77,31±2,25	53,26±10,72	Max: 77,31±2,25 -0h Min: 53,03±2,12 - 144h	mg CE/g	Do Carmo Brito (2017) (44)
Cacau fermentado (144h) seco e desengordurado	60	20	Max: 60 – 0h Min: 12 – 48h	mg GAE/g	Albertini (2015) (45)

Fonte: As autoras.

Secagem

O objetivo da secagem do cacau é remover a água a fim de atingir umidade abaixo de 7%. Normalmente essa etapa é realizada por aquecimento solar em condições naturais, mas também podem ser realizadas de forma artificial (26).

Durante a secagem, o teor de polifenóis diminui significativamente como consequência do efeito da alta temperatura, da difusão de componentes dos grãos com a evaporação da água, e reações de escurecimento enzimático (46). Verificam-se diferentes alterações no teor de polifenóis quando são empregados métodos de secagem natural ou artificial nas amêndoas de cacau, sendo que em alguns casos a secagem natural apresenta maior retenção de compostos fenólicos (32) (47). Além disso, a secagem natural permite a obtenção de produtos com melhor qualidade sensorial em relação à secagem realizada de forma artificial (32).

Estudos mostram a redução dos compostos fenólicos em diferentes graus em secagem natural. Albertini et al. (2015) (45) relataram redução desses compostos de até 75%; Di Mattia et al. (2013) (47), uma redução de 72%; e De Brito et al. (2001) (34), uma redução de 26%. Um estudo de um processo de secagem industrial realizado a uma temperatura de 60°C, apresentou como resultado a diminuição de aproximadamente 52% do teor de polifenóis (47).

Torra

Visto que os polifenóis são estruturas moleculares termolábeis, a torrefação é a operação tecnológica mais importante no processamento do cacau no referente a características sensoriais. É nessa etapa que são determinadas a formação da cor, aroma, sabor e textura característicos dos grãos de cacau torrados (48). A torrefação é geralmente conduzida entre 5-120 min (geralmente 10-35 min) em temperaturas de 110 a 160 °C (49).

O efeito da torrefação nas propriedades antioxidantes dos grãos de cacau depende da temperatura aplicada. Orazc e Nebesny (2016) (50), demonstraram que o tratamento térmico de baixa temperatura com ar úmido pode ser usado para aumentar o conteúdo de polifenóis e a atividade antioxidante de grãos de cacau torrados.

Em pesquisa realizada por Stanley et al., (2018) (51), foram analisados a influência da temperatura de torra em atributos sensoriais do cacau, bem como o teor de polifenóis nos grãos de cacau após o processo de torrefação às diferentes temperaturas. A torrefação foi realizada por 40 minutos a 100 °C, 130 °C, 150 °C, 170 °C e 190 °C. Como resultado, obteve-se uma diminuição no percentual de polifenóis totais com o aumento da temperatura, no qual a maior temperatura obteve uma perda de 39,9%, respectivamente. Em relação a análise sensorial, nas condições de torrefação mínimas, os avaliadores descreveram o produto com atributos de “noz”, “caramelo” e/ou “cacau”. Já em temperaturas mais extremas testadas (170 °C por 40 min e 190 °C), os avaliadores atribuíram as características de odor de “queimado” e perfil de sabor amargo. Dessa forma, concluí-se que diferentes tratamentos de torrefação influenciam no aroma do chocolate.

Conchagem

A conchagem é um processo térmico (realizado acima de 40 °C) que contribui para o desenvolvimento do sabor final e textura suave do chocolate. Essa etapa pode levar de 8 a 96 horas (52). O processo desenvolve o perfil do sabor do chocolate pela diminuição do teor de ácidos graxos livres e outros resíduos voláteis dos grãos de cacau (53). A adição de componentes selecionados (sacarose e lecitina) induz o efeito de diluição de polifenóis e de suas propriedades antioxidantes (54).

Diferentes combinações do binômio tempo/temperatura são selecionadas de acordo com o produto final a ser fabricado. Nos chocolates amargos, por exemplo, podem ser utilizadas as temperaturas de 70 a 90°C. Variações no tempo de conchagem e combinações de temperatura modificam a textura e o sabor do produto (52).

Apesar de se esperar uma redução no teor de fenólicos devido a temperatura no processo de conchagem (55), estudos mostram que a perda desse elemento não é significativa (56) (55). Em estudo comparativo entre duas diferentes condições de conchagem – longa (60°C por 12 h) e curta (6 h a 90°C, adicionado de 1 h a 60°C) – os autores não encontraram diferença significativa no teor total de polifenóis (57).

Compostos fenólicos no chocolate e o impacto na aceitação sensorial

Sabe-se que o sabor do chocolate deriva da interação de mais de 400 compostos. Contudo, a influência de um composto sobre o perfil sensorial do cacau depende da sua concentração e intensidade de atuação (39).

O processamento dos grãos de cacau resulta em perdas significativas de polifenóis no chocolate. A complexidade das transformações a que os polifenóis são submetidos durante o processamento, faz com que seus teores sejam significativamente diferentes entre chocolates distintos. Consequentemente, a concentração de polifenóis no chocolate depende também da formulação do produto e do teor de sólidos de cacau (38).

No chocolate, os polifenóis têm grande importância sensorial. Isso porque a degradação dos compostos fenólicos, seja por complexação com as proteínas, ou por modificação bioquímica, é uma das responsáveis pela formação do flavour do chocolate, sendo, portanto, precursora de sabor no pré-processamento do chocolate (58).

Em contrapartida, por serem moléculas altamente hidroxiladas, durante a degustação de alimentos com alto teor destes compostos, pode ocorrer a formação de compostos insolúveis através da complexação destes, principalmente das procianidinas, com proteínas da saliva conferindo a sensação de adstringência no paladar (32). Ou seja, os polifenóis

podem se complexar na presença de proteínas e carboidratos, produzindo sensação de adstringência e amargor, indesejáveis no chocolate.

Desta forma, os sabores indesejáveis, como os sabores amargos, acre, adstringentes ou salgados, que são naturalmente encontrados na presença desses ingredientes bioativos, podem diminuir a aceitação sensorial do chocolate, o que pode diminuir a aprovação do produto e conseqüentemente, reduzir o consumo (58).

Estudos em chocolates comprovam que a aceitação sensorial tem tido uma relação inversa com a concentração de compostos fenólicos. Um estudo feito por Faria (2019) (59), mostra que os chocolates em estudo não foram bem aceitos devido à alta percepção de amargor e adstringência conferida pelos polifenóis; já a pesquisa de Delgado et al. (2018) (60) mostrou que os polifenóis estavam diretamente relacionados com a adstringência e o amargor e por conseqüência, a aceitabilidade foi reduzida.

Rocha e seus colaboradores (2017) (61) também apresentaram resultados semelhantes. Nesse estudo, a menor pontuação de aceitabilidade sensorial dos consumidores foi encontrada com maior temperatura de torrefação dos grãos de cacau (160 °C), no qual apresentava maior concentração de polifenóis. As amostras de chocolate apresentaram odor de queimado indesejável e sabor.

Ademais, a aceitação de um ingrediente funcional específico também está ligada ao conhecimento do consumidor quanto ao seu efeito na saúde. Assim, os ingredientes funcionais, que já são bem conhecidos, como vitaminas, fibras, e minerais, atingem consideravelmente maiores taxas de aceitação dos consumidores do que ingredientes menos conhecidos (ex. flavonóides, carotenóides, etc.) (62). Nesse último caso, os consumidores pouco sabem sobre os benefícios à saúde desses grupos específicos de ingredientes e assim não são capazes de avaliar os efeitos na saúde, o que conseqüentemente pode afetar na aceitação de produtos que contêm esses compostos (63).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, os parâmetros aplicados nos métodos convencionais de processamento do cacau e produção de seus derivados, levam a perda dos polifenóis, o que é desejável do ponto de vista do sabor, mas altamente indesejável do ponto de vista das propriedades fisiológicas que estes compostos apresentam.

Por fim, é evidente que a produção de chocolate apresenta um enorme potencial para inovação tecnológica, visto a carência de estudos sobre o equilíbrio entre os polifenóis e a aceitação sensorial, de forma que mantenha estes compostos tão importantes para a saúde, sem prejuízo do sabor agradável, tão esperado em produtos como o chocolate.

REFERÊNCIAS

1. Zarillo, S., Gaikwad, N., Lanaud, C., Powis, T., Viot, C., Lesur et al. The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. *Nature Ecology and Evolution*. 2018, , 2(12), 1879–1888.
2. Torres-Moreno, M., Tarrega, A., Costell, E., & Blanch, C. Dark chocolate acceptability: influence of cocoa origin and processing conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2012, v. 92, n. 2, p. 404-411.
3. Bertazzo, A., Agnolin, F., Comai, S., Zancato, M., Costa, C. V., Seraglia, R., et al., P. The protein profile of *Theobroma cacao* L. seeds as obtained by matrix-assisted

- laser desorption/ionization mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 2011, v. 25, n. 14, p. 2035-2042.
4. FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Data Production and Trade. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/>. Acesso em: 28 ago. 2023.
 5. Tosto, Ambra; Morales, Alejandro; Rahn, Eric; Evers, Jochem B.; Zuidema, Pieter A.; Anten, Niels P.R. Simulating cocoa production: A review of modelling approaches and gaps. *Agricultural System*, 2023 v. 206.
 6. Coslovsky, Salo. Como podemos recuperar a liderança do Brasil na produção sustentável de cacau? [Internet]. 2023 [acesso em 2023 Abr 12]. Disponível em <https://plenamata.eco/2023/03/28/como-podemos-recuperar-a-lideranca-do-brasil-na-producao-sustentavel-de-cacau/>
 7. Reis, Adilson. Mercado do cacau: Tendências e expectativas para 2023 [Internet]. 2023 [acesso em 2023 Ago 18]. Disponível em: <https://www.mercadodocacau.com.br/artigo/mercado-do-cacau-tendencias-e-expectativas-para-2023>
 8. Caligiani, A., Marseglia, A., Prandi, B., Palla, G., & Sforza, S. Influence of fermentation level and geographical origin on cocoa bean oligopeptide pattern. *Food Chemistry*, 2016 v. 211, p. 431-439.
 9. Ferreira de Oliveira, A. P., Milani, R. F., Efraim, P., Morgano, M. A., & Tfouni, S. A. V. Cd and Pb in cocoa beans: Occurrence and effects of chocolate processing. *Food Control*, 2021 119(June 2020), 107455.
 10. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 264, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para chocolate e produtos de cacau. *Diário Oficial República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 23 set. 2005.
 11. Oliveira, A. P.; F.; Milani, R. F.; Efraim, P.; Morgano, M. A.; Tfouni, S. A. V. Cd and Pb in cocoa beans: Occurrence and effects of chocolate processing. *Food Control*. 2021, v. 119, p. 107455.
 12. Niemenak, N., Rohsius, C., Elwers, S., Ndoumou, D. O., & Lieberei, R. Comparative study of different cocoa (*Theobroma cacao* L.) clones in terms of their phenolics and anthocyanins contents. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2006, v. 19, n. 6–7, p. 612–619.
 13. Carrillo, L. C., Londoño-Londoño, J., Gil. Comparison of polyphenol, methylxanthines and antioxidant activity in *Theobroma cacao* beans from different cocoa- growing areas in Colombia. *Food Research International*, 2014 v. 60, p. 273–280.
 14. Wollgast.; Anklam, E. Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: Changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International*, 2000a v. 33, n. 6, p. 423–447.
 15. Żyżelewicz, D., Budryn, G., Oracz, J., Antolak, H., Kręgiel, D., & Kaczmarska, M. The effect on bioactive components and characteristics of chocolate by

- functionalization with raw cocoa beans. *Food Research International*, 2018, v. 113, p. 234-244.
16. Rusconi, M.; Conti, A. *Theobroma cacao* L., the Food of the Gods: A scientific approach beyond myths and claims. *Pharmacological research*, 2010, v. 61, n. 1, p. 5-13.
 17. Beckett, S. T. *Industrial Chocolate Manufacture and Use*. 4 ed. London: Chapman and Hall, 2009, p.70.
 18. Cheesman, E. E. Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cocoa populations. *Trop Agricult*, 1944, v. 21, n.1, p.144–159.
 19. Motamayor, J. C.; Risterucci, A. M.; Lopez, P. A.; Ortiz, C. F.; Moreno, A.; Lanaud, C. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity*, 2002, v.89, n.1, p.380–386.
 20. Sereno, M. L.; Albuquerque, P. S. B.; Vencosvsky, R.; Figueira, A. Genetic diversity and natural population structure of cacao (*Theobroma cacao* L.) from the Brazilian Amazon evaluated for microsatellite markers. *Conservation Genetics*, 2006, v. 7, n.1, p. 13–24.
 21. Efrain, P.; Tucci, M. L.; Pezoa-garcía, N. H. Phenolic Compound Content in Cocoa Seeds from Different Genotypes. *Brazilian Journal of Food Technology*, 2006, v. 9, n. 4, p. 229–236.
 22. Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Ryan, A. Flavor formation and character in cocoa and chocolate: A critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2008, 48, 840–857.
 23. Brunetto, M. R.; Gutierrez, L.; Delgado O, Y.; Galignani, M.; Zambrano, A., Gómez et al. Determination of theobromine, theophylline and caffeine in cocoa samples by a high-performance liquid chromatographic method with on-line sample cleanup in a switching-column system. *Food Chemistry*, 2007, v.100, p.59-467.
 24. Afoakwa EO, Paterson A, Fowler M. Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – a review. *Trends Food Sci Technol*, 2007, 18:290–8.
 25. Miller, K. B., Stuart, D. A., Smith, N. L., Lee, C. Y., McHale, N. L., Flanagan, J. A., & Hurst, W. J. Antioxidant Activity and Polyphenol and Procyanidin Contents of Selected Commercially Available Cocoa-Containing and Chocolate Products in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006, v. 54, p. 4062–4068.
 26. Di Mattia CD, Sacchetti G, Mastrocola D, Serafini M. From cocoa to chocolate: the impact of processing on in vitro antioxidant activity and the effects of chocolate on antioxidant markers in vivo. *Front Immunol*, 2017, 8:1207.
 27. Farah, R. *Chocolate - Energia e Saúde*. São Paulo: Ed. Alaúde, 2008.
 28. Ribas, H. DE O.; Gonçalves, D. S.; Mazur, C. E. Benefícios funcionais do cacau (*Theobroma cacao*) e seus derivados. *Visão Acadêmica*, 2018, v. 19, n. 4, p. 8, dez18. Motamayor, J. C.; Risterucci, A. M.; Lopez, P. A.; Ortiz, C. F.; Moreno, A.; Lanaud, C. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity*, 2002, v.89, n.1, p.380–386.
 29. Wollgast, J.; Anklan, E. Polyphenols in chocolate: is there a contribution to human health? *Food Research International*, Essex, 2000b v. 33, n. 6, p. 449-459.

30. Andújar, I., Recio, M. C., Giner, R. M., & Ríos, J. Cocoa polyphenols and their potential benefits for human health. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2012 v. 2012.
31. Gotti, R.; Furlanetto, S.; Pinzautti, S.; Carvrini, V. Analysis of catechins in Theobroma cacao beans by cyclodextrin- modified micellarelektrokinetic chromatography. *Journal of Chromatography A*, New York, 2006, v. 1112, p. 345-352.
32. Efraim, P; Alves, A. B.; Jardim, D. C. P. Revisão: Polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores de variação e efeitos na saúde. *Brazilian Journal of Food Technology*, 2011, v. 14, p. 181-201.
33. Soto-Vaca, A.; Gutierrez, A.; Losso, J. N.; Xu, Z.; Finley, J. W. Evolution of phenolic compounds from color and flavor problems to health benefits. *J Agric Food Chem*. 2012, v. 60, p. 6658-77.
34. de Brito, E. S., García, N. H. P., Gallão, M. I., Cortelazzo, A. L., Fevereiro, P. S., & Braga, M. R. Structural and chemical changes in cocoa (*Theobroma cacao* L) during fermentation, drying and roasting. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2001 v. 81, n. 2, p. 281-288.
35. Aron P. M.; Kennedy, J. A. Flavan-3-ols: Nature, occurrence and biological activity. *Molecular nutrition & food research*, 2008, v. 52, n. 1, p. 79-104.
36. Galvano, F.; La Fauci, L.; Lazzarino, G.; Folgiano, V.; Ritieni, A.; Ciappellano, S. Cyanidins: metabolism and biological properties. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 2004, v.15, n.1, p.2-11.
37. Março, P.H.; Poppi, R.J. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. *Química Nova*, 2008, v. 31, n.5, p. 1218- 1223.
38. Urbanska, B.; Kowalska, J. Comparison of the total polyphenol content and antioxidant activity of chocolate obtained from roasted and unroasted cocoa beans from different regions of the world. *Antioxidants*, 2019, v. 8, n. 8, p. 283.
39. Aprotosoiaie, A.C.; Luca, S.V.; Miron, A. Flavor chemistry of cocoa and cocoa products—an overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2016, v. 15, n. 1, p. 73-91.
40. Pirouzian, H. R.; Konar, N.; Palabiyik, I.; Oba, S.; Toker, O. S. Pre-crystallization process in chocolate: Mechanism, importance and novel aspects. *Food Chemistry*. 2020, v. 321, p. 126718.
41. Elwers, S.; Zambrano, A.; Rohsius, C.; Lieberei, R. Differences between the content of phenolic compounds in Criollo, Forastero and Trinitario cocoa seed (*Theobroma cacao* L.). *European Food Research and Technology*, v. 229, n. 6, p. 937-948, 2009.
42. Dwijatmoko, M. I.; Nurtama, B.; Yuliana, N. D.; Misnawi. Characterization of Polyphenols from Various Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Clones During Fermentation. *Pelita Perkebunan*. 2018. V. 34, p. 104-112.
43. Cortez, D.; Quispe-Sanchez, L.; Mestanza, M.; Oliva-Cruz, M.; Yoplac, I.; Torres C.; Chavez, S. G. Changes in bioactive compounds during fermentation of cocoa (*Theobroma cacao*) harvested in Amazonas-Peru. *Current Research in Food Science*. 2023, v. 6, p 100494.
44. Brito, B. N. C.; Chisté, R. C.; Pena, R. S.; Gloria, M. B. A.; Lopes, A. S. Bioactive amines and phenolic compounds in cocoa beans are affected by fermentation. *Food Chemistry*. 2017, v. 228, p. 484-490

45. Albertini, B.; Schoubben, A.; Guarnaccia, D.; Pinelli, F.; Vecchia, M. D.; Ricci, M.; Renzo, G. C.; Blasi, P.; Effect of fermentation and drying on cocoa polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2015. v. 63, n. 45, p. 9948-9953.
46. Biesalski, H. K.; Dragsted, L. O.; Elmadfa, I.; Grossklaus, R.; Müller, M.; Schrenk, D.; Weber, P. Bioactive compounds: definition and assessment of activity. *Nutrition* (2015) v. 25(11-12), p. 1202-1205.
47. Di Mattia C.D.; Martuscelli, M.; Sacchetti, G.; Scheirlinck, I.; Beheydt, B.; Mastrocola, D.; et al. Effect of fermentation and drying on procyanidins, antiradical activity and reducing properties of cocoa beans. *Food Bioprocess Tech.* 2013 v. 6, p. 3420-32.
48. Oracz, J.; Nebesny, E.; Żyżelewicz, D. Identification and quantification of free and bound phenolic compounds contained in the high-molecular weight melanoidin fractions derived from two different types of cocoa beans by UHPLC-DAD-ESI-HR-MSn. *Food Research International*, 2019, v. 115, p. 135-149.
49. Gutiérrez, T. J. State-of-the-art chocolate manufacture: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2017. v. 16, n. 6, p. 1313-1344.
50. Oracz, J.; Nebesny, E. Antioxidant properties of cocoa beans (*Theobroma cacao* L.): Influence of cultivar and roasting conditions. *International journal of food properties*, 2016, v. 19, n. 6, p. 1242-1258.
51. Stanley, T. H.; Buiten, C. B. V.; Baker, S. A.; Elias, R. J.; Anantheswaran, Ra. C.; Lambert, J. D. Impact of roasting on the flavan-3-ol composition, sensory-related chemistry, and in vitro pancreatic lipase inhibitory activity of cocoa beans. *Food chemistry*, 2018. v. 255, p. 414-420.
52. Toker, O. S.; Palabiyik, I.; Konar, N.. Chocolate quality and conching. *Trends in Food Science & Technology*, 2019. v. 91, p. 446-453.
53. Giacometti, J.; Jolić, S. M.R; Josić, D. Cocoa processing and impact on composition. In: *Processing and impact on active components in food*. Academic Press, 2015. p. 605-612.
54. Wolf, B. Chocolate flow properties. *Beckett's industrial chocolate manufacture and use*, 2017. p. 274-297.
55. Gültekin-Ozğüven, M.; Berktaş, I.; Özçelik, B. Influence of processing conditions on procyanidin profiles and antioxidant capacity of chocolates: optimization of dark chocolate manufacturing by response surface methodology, *LWT - Food Sci. Technol.* 2016. v. 66, p. 252-259.
56. Schumacher, A. B.; Brandelli, A.; Schumacher, E. W.; Macedo, F. C.; Pieta, L.; Klug, T. V.; Jong, E. V. Development and evaluation of a laboratory scale conch for chocolate production. *International journal of food science & technology*. 2009. v. 44, n. 3, p. 616-622.
57. Di Mattia, C.; Martuscelli, M.; Sacchetti, G.; Beheydt, B.; Mastrocola, D.; Pittia, P. Effect of different conching processes on procyanidin content and antioxidant properties of chocolate. *Food Research International*. 2014. v. 63, p. 367-372.
58. Virgens. I. A.; Pires, T. C.; Santana, L. R. R.; Soares, S. E.; Maciel, L. F.; Ferreira, A. C. R.; et. al. Relationship between bioactive compounds and sensory properties of dark chocolate produced from Brazilian hybrid cocoa. *International Journal of Food Science & Technology*, 2021. v. 56, n. 4, p. 1905-1917.



59. Faria, F. R.; Efraim, P. (2019), “Datasets for the article: Flavonols degradation and volatile flavor compounds formation during the processing of fermented and non-fermented cocoa beans”, Mendeley Data, V1, doi: 10.17632/gzvzns8fy6.1
60. Delgado, J. D.; Mandujano, J. I.; Reategui, D.; Ordonez, E. S. Desarrollo de chocolate oscuro con nibs de cacao fermentado y no fermentado: polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante y evaluación sensorial. *Scientia Agropecuaria*, 2018, v. 9, n. 4, p. 543-550.
61. Rocha, I. S.; Santana, L. R. R.; Soares, S. E.; Bispo, E. S. Effect of the roasting temperature and time of cocoa beans on the sensory characteristics and acceptability of chocolate. *Food Science and Technology*, 2017, v. 37, p. 522-530.
62. Rizk, M. T.; Treat, T. A. An indirect approach to the measurement of nutrient-specific perceptions of food healthiness. *Annals of Behavioral Medicine*, 2014. v. 48, n. 1, p. 17-25.
63. Barauskaite, D.; Gineikiene, J.; Fennis, B. M.; Auruskeviciene, V.; Yamaguchi, M.; Kondo, N. Eating healthy to impress: How conspicuous consumption, perceived self-control motivation, and descriptive normative influence determine functional food choices. *Appetite*, 2018, v. 131, p. 59-67.

APLICAÇÃO DE XILANASES NO MELHORAMENTO DE PRODUTOS DA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Beatriz de Aquino Marques da Costa¹; Lígia Maria Gonçalves Fernandes²; Leonardo Cesar da Silva³; Tatiana Souza Porto⁴

¹Estudante do Curso de Doutorado em Biotecnologia- RENORBIO – UFRPE; E-mail: deaquinobeatriz@gmail.com, ²Estudante do Curso de Doutorado em Biociência Animal – PGBA –UFRPE, ³Estudante do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental – UFRPE, ⁴Docente do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal - DMFA - UFRPE

Resumo: A aplicação extensiva de catalisadores biológicos tem aprimorado substancialmente a qualidade e eficiência dos procedimentos produtivos, impulsionando o crescimento significativo do mercado de enzimas. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi oferecer uma revisão bibliográfica acerca das enzimas xilanases, delineando seu papel crucial na otimização dos processos de fabricação de alimentos e sua contribuição para a sustentabilidade e qualidade dos produtos finais. Para tal, foram realizadas buscas a partir de bancos de dados eletrônicos utilizando como palavras-chave: “*xilanase*”, “*xilanase bebidas*”, “*xilanase clarificação*”, “*xilanase prebióticos*”, “*xilanase panificação*”, “*xilanase ração animal*”, assim como seus correspondentes em inglês. Realizou-se a leitura dos títulos e resumos para seleção dos trabalhos, excluindo os que não estavam dentro do escopo da proposta. A partir do panorama estabelecido pela investigação realizada, é evidente que a versatilidade catalítica das xilanases e dos organismos que as produzem, aliada ao crescimento do mercado e às vantagens em relação aos métodos tradicionais, garante um futuro promissor para a aplicação dessas enzimas na melhoria de processos na indústria de alimentos, proporcionando sustentabilidade e qualidade aos produtos.

Palavras-chave: enzimas; processamento de alimentos; propriedades funcionais

INTRODUÇÃO

A utilização de enzimas no setor alimentício representa um avanço significativo na busca por processos mais eficientes e sustentáveis. As enzimas são catalisadores biológicos altamente especializados que desempenham um papel essencial em diversas reações químicas e biológicas. Além disso, elas também têm grande importância para o contexto industrial, onde têm sido amplamente empregadas para melhorar a qualidade e a eficiência dos processos produtivos (1).

Impulsionado pela busca por alternativas mais economicamente e ecologicamente viáveis, o mercado de enzimas cresce consideravelmente, ganhando cada vez mais relevância em variados setores industriais. Estima-se que o mercado global de enzimas seja atualmente avaliado em US\$ 12,27 bilhões, com a perspectiva de crescimento a uma taxa de crescimento anual composta de 6,5% até 2030 (2). Quando comparadas a catalisadores

químicos tradicionais, as enzimas oferecem inúmeras vantagens, como maior especificidade, menor geração de resíduos tóxicos e menor consumo de energia, tornando-as uma escolha atraente para a indústria alimentícia (3).

As xilanases são enzimas que atuam na quebra da xilana, o principal componente da hemicelulose na parede celular vegetal (4). Por conta da sua complexidade, a degradação da xilana exige a participação de várias enzimas hidrolíticas, sendo as xilanases especialmente importantes para a conversão da xilana em resíduos de açúcar (5). As xilanases têm uma ampla variedade de aplicações, como a clarificação de sucos e a melhoria da consistência de bebidas, produção de pães e bolos, o aumento da digestibilidade de rações para animais, entre outros (6).

A produção de xilanases pode se dar tanto através de fontes fúngicas quanto bacterianas. Os fungos filamentosos são importantes atores na produção de xilanases, pois são capazes de produzir elevadas quantidades de enzimas de forma extracelular, além de poderem ser cultivados de forma simplificada (7). No âmbito industrial, a produção de xilanases é principalmente realizada utilizando principalmente fungos do gênero *Aspergillus* e *Trichoderma* através do processo de fermentação em estado sólido (8). As fontes bacterianas mais utilizadas são aquelas pertencentes aos gêneros *Bacillus* e *Streptomyces* (9). Esses microrganismos frequentemente apresentam resistência a condições extremas de pH e temperatura, o que os torna adequados para aplicações industriais que exigem condições rigorosas de processamento. Associado à possibilidade de manipulação genética desses organismos, seu potencial de aplicação em escala industrial se torna cada vez mais relevante (10).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é oferecer uma revisão acerca do que são e como atuam as xilanases, assim como seu papel na melhoria dos procedimentos de fabricação de alimentos e sua contribuição para a sustentabilidade e qualidade dos produtos finais.

1. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta revisão, foram realizadas buscas a partir de bancos de dados eletrônicos, tais como ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>), Elsevier (<https://www.elsevier.com/>), Scopus (<https://www.scopus.com/>), Springer (<https://www.springer.com/>), TandFonline (<https://www.tandfonline.com/>), PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), Wiley Online Library (<https://onlinelibrary.wiley.com/>) e o Google Scholar (<https://scholar.google.com.br/>), utilizando como palavras-chave: “*xilanase*”, “*xilanase bebidas*”, “*xilanase clarificação*”, “*xilanase prebióticos*”, “*xilanase panificação*”, “*xilanase ração animal*”, assim como seus correspondentes em língua inglesa. Realizou-se a leitura dos títulos e resumos para seleção dos artigos, livros, capítulos de livro, notas científicas, entre outros, incluindo publicações que atenderam aos critérios de busca e excluindo os que não estavam dentro do escopo da proposta ou mesmo que não detinham informações relevantes para a investigação. Dessa forma, a presente revisão aborda o papel das xilanases em diferentes processos produtivos na indústria de alimentos.

2. XILANA E AS XILANASES

As xilanas são macromoléculas heteropoliméricas complexas compostas por resíduos de D-xilose conectadas através de ligações glicosídicas β -1,4 com um grau de polimerização

variando entre 70 a 200. Essas moléculas podem ser encontradas em vários tipos de biomassa, onde assumem diferentes formas, como O-acetil-4-O-metilglucuronoxilana em madeiras de folhosas, arabino-4-O-metilglucuronoxilana em coníferas, e arabinosilanos em gramíneas e plantas anuais (9). A estrutura das xilanas pode ser modificada por açúcares e ácidos orgânicos, como arabinose, ácido glicurônico e ácido ferúlico, assim, essas moléculas podem ser divididas em quatro grupos principais com base em suas ramificações: homoxilanas, arabinosilanas, glicuronoxilanas e glucuronoarabinosilanas. A composição das cadeias laterais afeta a solubilidade, a conformação física e a reatividade das moléculas da sua estrutura, influenciando o mecanismo de ação das enzimas que atuam na sua hidrólise (11).

As enzimas xilanases, capazes de atuar em conjunto para a quebra dessa estrutura, pertencem ao grupo de hidrolases, especificamente hidrolases glicosídicas. As hidrolases glicosídicas (GH) são classificadas em famílias com base em suas sequências de aminoácidos, e famílias que possuem padrões de estrutura semelhantes são posteriormente categorizadas em grupos denominados clãs, sendo as xilanases pertencentes às famílias GH10 e GH11, embora também sejam encontradas em outras famílias, como GH5, GH7, GH8 e GH43 (12,9). Essas famílias de enzimas têm diferentes estruturas tridimensionais, funções, especificidade, suscetibilidade a inibidores e mecanismo de ação na estrutura das xilanas. A diversidade de características entre as famílias de hidrolases glicosídicas é exemplificada na Tabela 1.

Tabela 5 – Características gerais das principais famílias de hidrolases glicosídicas com atividade xilanolítica (GH5, GH7, GH8, GH10, GH11, GH43).

Família GH	Clã	Estrutura tridimensional	Mecanismo catalítico
GH5	GH-A	(β/α) ₈ barril	Retenção
GH7	GH-B	β -jelly roll	Retenção
GH8	GH-M	(α/α) ₆ barril	Inversão
GH10	GH-A	(β/α) ₈ barril	Retenção
GH11	GH-C	β -jelly roll	Retenção
GH43	GH-F	5-fold β -propeller	Inversão

Fonte: Base de dados CAZy (Carbohydrate-Active enZYmes) (<http://www.cazy.org>)

As xilanases da família GH10 apresentam grande versatilidade catalítica, e são majoritariamente endo-1,4- β -xilanas e endo-1,3- β -xilanas, que são capazes de hidrolisar até mesmo algumas ligações na estrutura da celulose (13). As xilanases da família GH11, por sua vez, são mais especializadas, clivando especificamente ligações β -1,4-xylosídicas internas (14). A compreensão dessas diferentes famílias de xilanases é essencial para elucidar a degradação das xilanas em sistemas biológicos e industriais.

As enzimas xilanases desempenham um papel fundamental na indústria de alimentos. Em particular, as xilanases são empregadas na panificação, na produção de sucos e bebidas, na produção de prebióticos e de rações animais (Figura 1), atuando na melhoria da qualidade e na inovação na indústria de alimentos. Exemplos de aplicação e funcionalidade das xilanases nesses setores de produção alimentícia serão abordados nos tópicos a seguir.

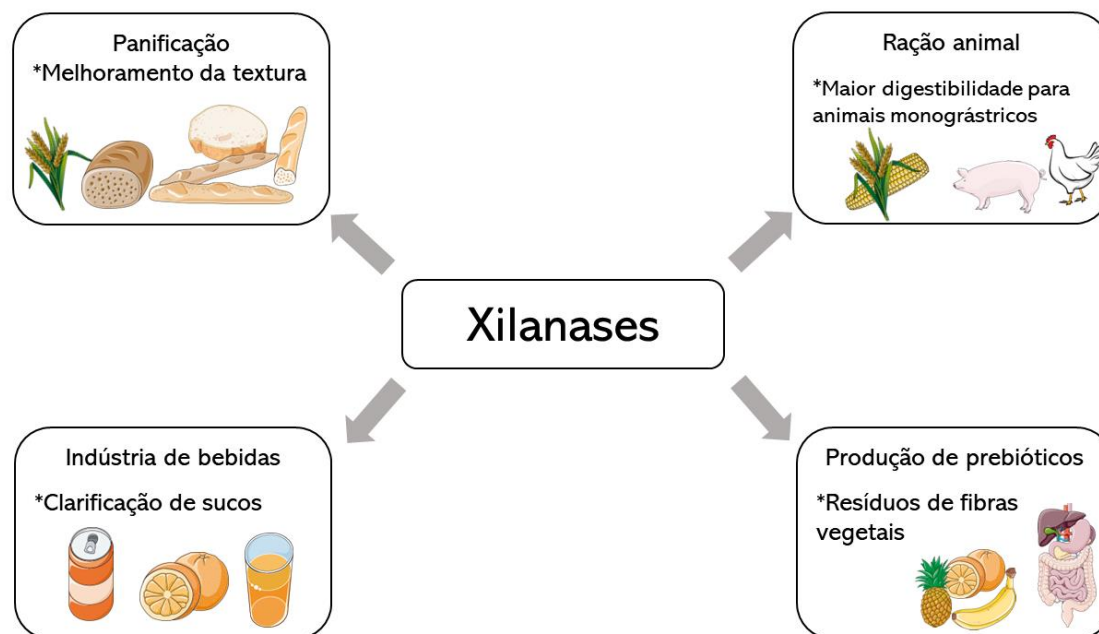


Figura 1 – Representação geral das aplicações de enzimas xilanases na indústria de alimentos.
Fonte: Os autores com imagens de SMART – Servier Medical Art.

3. XILANASES NA INDÚSTRIA DE BEBIDAS

Uma das principais aplicações das xilanases na indústria de bebidas é a clarificação de sucos. A presença de polissacarídeos como amidos, pectina, celulose e componentes hemicelulósicos presentes em sucos preparados a partir de um processo de extração simples pode conferir turbidez, opacidade e viscosidade indesejadas aos sucos de frutas, o que prejudica sua qualidade, rendimento e aceitação pelos consumidores (15) e torna indispensável o processo de clarificação do suco produzido antes de sua comercialização.

Assim, dado que a maior parte da hemicelulose presente nos sucos é composta por xilanases, a aplicação de xilanases na conversão dessas moléculas em resíduos menores de açúcar é de grande importância em processos industriais, e tendem a atenuar essas características indesejadas, facilitando o processamento e melhorando a transparência e textura do produto final, o que o torna mais atraente para produtores e consumidores (16).

Anteriormente, a clarificação de sucos de frutas dependia de métodos físicos e químicos, mas esses métodos não eram capazes de eliminar a turbidez do produto de forma satisfatória. Dessa forma, o tratamento enzimático se tornou a técnica mais eficaz para remover a opacidade, tornando-se amplamente utilizada na indústria de sucos (17). Exemplos de aplicações de xilanases na clarificação de sucos variados estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 – Utilização de enzimas xilanases na clarificação de suco de frutas.

Microrganismo produtor	Suco clarificado	% Clarificação	Ref.
<i>Bacillus pumilus</i>	Tomate	9%	18
<i>Fusarium sp</i>	Laranja	66,2%	19

<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	Laranja	74,7%	20
<i>Aspergillus japonicus</i>	Manga	51,1%	21
<i>Streptomyces sp</i>	Uva	17,2 %	22
<i>Aspergillus niger</i>	Abacaxi	64,7%	23
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Pêssego	24,4%	24
<i>Aspergillus japonicus</i>	Banana	9,9%	21

Fonte: Os autores.

A abordagem adotada acerca da degradação enzimática de substâncias coloidais nos sucos depende, principalmente, da natureza da enzima ou da combinação de diferentes enzimas, de sua concentração e temperatura ideal, melhorando a estabilidade e qualidade do produto (25). Dentre as famílias de hidrolases glicosídicas, as xilanases GH11 oferecem vantagens associadas a suas características (alta eficiência catalítica, especificidade e estabilidade em uma ampla faixa de pH e temperatura) e têm encontrado aplicação nos setores de alimentos, indústria de rações, e clarificação de sucos (26).

Além disso, as xilanases desempenham um papel importante na produção de cervejas e outras bebidas. Na fabricação de cervejas, essas enzimas são empregadas para degradar a xilana presente na cevada e outros grãos utilizados na produção de malte, liberando amidos e açúcares essenciais para a fermentação e sabor da cerveja (27). Na preparação de outras bebidas, como saquê (28) e vinho (29), as xilanases contribuem para a liberação de açúcares dos grãos utilizados na fermentação, influenciando diretamente o sabor e a qualidade dessas bebidas.

4. XILANASES NA PRODUÇÃO DE PREBIÓTICOS

Os prebióticos têm sido comprovadamente associados a benefícios para a saúde, como a redução do risco de câncer, aprimoramento da saúde cardiovascular, fortalecimento do sistema imunológico, promoção da saúde intestinal, redução da pressão arterial e efeitos contra a obesidade (30), podendo ser encontrados em vegetais e frutas. No entanto, a maioria da população tem um consumo de fibras inferior ao recomendado diariamente (média de 25 g para uma dieta de 2000 calorias), portanto, a suplementação com fibras prebióticas se torna necessária para atender às necessidades diárias do indivíduo (31).

A aplicação de enzimas xilanases na produção de prebióticos representa uma área de pesquisa promissora e inovadora na indústria alimentícia e de saúde. Xilooligossacarídeos (XOS) são carboidratos não digeríveis formados por cadeias curtas de açúcares de xilose associadas através de ligações glicosídicas β -1,4 (32). Esses carboidratos têm a capacidade de estimular seletivamente o crescimento e a atividade de bactérias benéficas no trato gastrointestinal humano, sendo denominadas “prebióticos” (30).

Estudos indicam que a suplementação com XOS pode trazer vários benefícios à saúde humana, incluindo a regulação da microbiota intestinal (33), manutenção de níveis saudáveis de glicose (34), fortalecimento do sistema imunológico (35) e redução do risco de câncer de cólon (36). As xilanases desempenham um papel fundamental na produção de prebióticos a partir de matérias-primas ricas em xilana, como resíduos de fibras vegetais e cascas de frutas.

Essas enzimas têm a capacidade de quebrar a xilana complexa em unidades de xilose, que são açúcares simples. A xilose é um dos componentes-chave na produção de prebióticos, sendo utilizada para sintetizar oligossacarídeos específicos, como a xilobiose e xilotriose, que atuam como substrato para a proliferação de bactérias probióticas no intestino, como *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* (37).

Devido ao interesse crescente no uso de XOS, pesquisas têm se concentrado em sua aplicação em alimentos funcionais para consumo humano devido às suas propriedades físicas, químicas e sensoriais, como o enriquecimento de biscoitos e bebidas (6). Por isso, pesquisas relacionadas ao uso de enzimas, como xilanases, para a produção de XOS tem ganhado destaque, apresentando sua aplicação como uma alternativa relevante e viável.

5. XILANASES NA PANIFICAÇÃO

Substâncias químicas conhecidas como “melhoradores de massa” são comumente utilizados na produção de pão para aprimorar as características da massa, como seu manuseio, elasticidade, formação e retenção de gás, além de características do pão, como textura, estrutura do miolo, volume, cor e facilidade de corte. No entanto, devido a restrições quanto ao uso de melhoradores químicos, como bromato de potássio e azodicarbonamida, e a crescente tendência de preferência pelo consumo de produtos com menos uso de químicos, o uso de enzimas na panificação é uma tendência crescente (38).

Dessa forma, as enzimas proporcionam os mesmos efeitos positivos associados ao uso de melhoradores químicos, e, por serem de origem biológica, são considerados como ingredientes “limpos” ou “amigáveis” a produtos alimentícios. Além disso, quando as enzimas são usadas como melhoradores de massa, elas são desnaturadas durante o processo de cozimento e, portanto, não precisam ser listadas nos rótulos dos produtos (38). As xilanases, especificamente, têm sido amplamente utilizadas como melhorador de massa, contribuindo para a melhoria das características reológicas e de qualidade de produtos de panificação, bem como para o enriquecimento do perfil nutricional de farelos e pães (39).

As xilanases têm a capacidade de hidrolisar polissacarídeos não amiláceos (PNA) presentes na estrutura de cereais como o trigo, sendo as arabinoxilanas as principais. Eles são polímeros complexos, variando em sua forma de acordo com sua origem (39). Sua cadeia principal pode ter outros componentes, como ácido glucurônico, d-galactose e grupos fenólicos, portanto, a completa degradação das arabinoxilanas requer a ação conjunta de várias enzimas xilanólíticas, como endo-1,4- β -xilânase, 1,4- β -xilosidase, α -1-arabinofuranosidase, entre outras (40).

O emprego de uma quantidade adequada de xilanases na formulação do pão proporciona diversas vantagens, como a melhoria da estabilidade e maleabilidade da massa, o crescimento no forno, a estrutura do miolo, o volume e a vida útil dos pães (41). Além disso, os XOS prebióticos liberados pela ação da endo-1,4- β -xilânase também atuam como ingredientes funcionais, proporcionando enriquecimento nutricional ao pão e a outros produtos de panificação.

Outro aspecto de relevante a ser enfatizado é fato de que as formulações industriais de xilanases destinadas à indústria de panificação são predominantemente derivadas de

microrganismos do gênero *Aspergillus*, *Trichoderma* e *Bacillus* (41). Por isso, a indústria de alimentos busca constantemente enzimas mais versáteis que possam ser usadas na fabricação de novos produtos alimentícios, como aquelas produzidas por organismos extremófilos, pois as enzimas produzidas por estes conseguem resistir a condições rigorosas de processamento, como aquelas durante o processo de panificação.

6. XILANASES NA PRODUÇÃO DE RAÇÃO ANIMAL

De maneira análoga à observada na indústria da panificação, os polissacarídeos não amiláceos estão presentes em quantidades significativas na composição de rações de baixo custo destinadas à alimentação de animais de produção, como aves e suínos. Essas rações, em sua maioria, são formuladas com base na utilização predominante de ingredientes como farelo de trigo e milho (42).

Esses elementos são conhecidos por uma gama de benefícios, como a otimização da função digestiva e da composição da microbiota intestinal (43). No entanto, PNAs são polissacarídeos complexos e pouco digeríveis por animais monogástricos, e seu consumo de grandes quantidades pode acarretar efeitos contrários, dificultando a digestão e limitando o aproveitamento do alimento pelo organismo, assim como afetando o desempenho animal e a produtividade do setor (44).

Assim, uma das principais aplicações das xilanases na produção de ração animal está relacionada à melhoria da eficiência alimentar. A adição de xilanases à ração e quebra dos PNAs em açúcares simples que são facilmente absorvidos e utilizados como fonte de energia, resulta em um aumento na digestibilidade da ração, melhorando a absorção de nutrientes e promovendo ganho de peso e reduzindo do risco de distúrbios digestivos, como a síndrome de viscosidade intestinal em aves (45).

Nesse contexto, estudos envolvendo a suplementação da alimentação de animais de produção com enzimas exógenas têm sido cada vez mais difundidos. A adição de enzimas exógenas às rações de animais visa a quatro objetivos específicos: a remoção ou hidrólise de fatores antinutricionais (excesso de fibras), o aumento da digestibilidade dos nutrientes, a quebra de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e otimização da atividade de enzimas endógenas (46). Portanto, as enzimas exógenas, como as xilanases, além de facilitarem a eficiência alimentar, podem aprimorar o uso de ingredientes de baixo custo na alimentação animal, uma vez que a viscosidade do conteúdo digestivo diminui com o uso dessas enzimas, ampliando a ação das enzimas endógenas dos animais em substratos específicos.

CONCLUSÕES

Diante da realidade explorada, foi possível observar que a versatilidade catalítica das enzimas xilanolíticas, devido aos diferentes subprodutos produzidos derivados da xilana, permite vasta atuação na indústria alimentos.

O crescimento do mercado desses biocatalisadores, as crescentes aplicações e versatilidade das xilanases ao setor de alimentos somado com as preocupações de ciclos produtivos circulares, apresentam perspectivas promissoras para essa atividade industrial.

Além disso, a ampla aplicabilidade e vantagens da utilização de xilanases quando comparadas aos processos físicos e químicos tradicionais minimiza a geração de subprodutos indesejáveis durante o ciclo produtivo nos vastos setores da indústria alimentos e, consequentemente, garantindo qualidade aos produtos e sustentabilidade a cadeia produtiva.

REFERÊNCIAS

1. Madhavan A, Sindhu R, Binod P, Sukumaran RK, Pandey A. Strategies for design of improved biocatalysts for industrial applications. *Bioresource Technology*. 2017 Dez;245:1304–13.
2. Grand View Research. Enzymes Market Size, Share & Trends | Global Industry Report, 2024 [Internet]. Grandviewresearch.com. 2016. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/enzymes-industry>
3. Girelli AM, Astolfi ML, Scuto FR. Agro-industrial wastes as potential carriers for enzyme immobilization: A review. *Chemosphere*. 2020 Abr;244:125368.
4. Guler FI, Özçelik F. Screening of xylanase producing *Bacillus* species and optimization of xylanase process parameters in submerged fermentation. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2023 Ago 1;51:102801–1.
5. Sanjivkumar M, Silambarasan T, Palavesam A, Immanuel G. Biosynthesis, purification and characterization of β -1,4-xylanase from a novel mangrove associated actinobacterium *Streptomyces olivaceus* (MSU3) and its applications. *Protein Expression and Purification*. 2017 Fev;130:1–12.
6. Souza HF, Borges LA, Gonçalves VDP, Santos JV, Bessa MS, Carosia MF, et al. Recent advances in the application of xylanases in the food industry and production by actinobacteria: A review. *Food Research International* [Internet]. 2022 Dez 1 [cited 2023 Jun 5];162:112103.
7. Wanderley MC de A, Neto JMWD, Filho JL de L, Lima C de A, Teixeira JAC, Porto ALF. Collagenolytic enzymes produced by fungi: a systematic review. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2017 Jan;48(1):13–24.
8. Sakthiselvan P, Naveena B, Partha N. Molecular characterization of a Xylanase-producing fungus isolated from fouled soil. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2014 Dez;45(4):1293–302.
9. Chakdar H, Kumar M, Pandiyan K, Singh A, Nanjappan K, Kashyap PL, et al. Bacterial xylanases: biology to biotechnology. *3 Biotech* [Internet]. 2016 Dez 1;6(2).
10. Verma D. Extremophilic Prokaryotic Endoxylanases: Diversity, Applicability, and Molecular Insights. *Frontiers in Microbiology*. 2021 Set 9;12.
11. Motta FL, Andrade CCP, Santana MHA. A Review of Xylanase Production by the Fermentation of Xylan: Classification, Characterization and Applications. *Sustainable Degradation of Lignocellulosic Biomass - Techniques, Applications and Commercialization*. 2013 Mai 15;251–75.

12. Yagi H, Takehara R, Tamaki A, Teramoto K, Tsutsui S, Kaneko S. Functional Characterization of the GH10 and GH11 Xylanases from *Streptomyces olivaceoviridis* E-86 Provide Insights into the Advantage of GH11 Xylanase in Catalyzing Biomass Degradation. *Journal of Applied Glycoscience*. 2019 Feb 20;66(1):29–35.
13. Wang K, Cao R, Wang M, Lin Q, Zhan R, Xu H, et al. A novel thermostable GH10 xylanase with activities on a wide variety of cellulosic substrates from a xylanolytic *Bacillus* strain exhibiting significant synergy with commercial Celluclast 1.5 L in pretreated corn stover hydrolysis. *Biotechnology for Biofuels*. 2019 Mar 9;12(1).
14. Hu J, Saddler JN. Why does GH10 xylanase have better performance than GH11 xylanase for the deconstruction of pretreated biomass? *Biomass and Bioenergy*. 2018 Mar;110:13–6.
15. Shahrestani H, Taheri-Kafrani A, Soozanipour A, Tavakoli O. Enzymatic clarification of fruit juices using xylanase immobilized on 1,3,5-triazine-functionalized silica-encapsulated magnetic nanoparticles. *Biochemical Engineering Journal*. 2016 Mai;109:51–8.
16. Rosmine E, Sainjan NC, Silvester R, Alikkunju A, Varghese SA. Statistical optimisation of xylanase production by estuarine *Streptomyces* sp. and its application in clarification of fruit juice. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 2017 Dez;15(2):393–401.
17. Narnoliya LK, Jadaun JS, Chownk M, Singh SK. Enzymatic systems for the development of juice clarification strategies. *Biomass, Biofuels, Biochemicals*. 2020 Jan 1;397–412.
18. Ullah S, Irfan M, Sajjad W, Rana QUA, Hasan F, Khan S, et al. Production of an alkali-stable xylanase from *Bacillus pumilus* K22 and its application in tomato juice clarification. *Food Biotechnology*. 2019 Out 2;33(4):353–72.
19. Li C, Kumar A, Luo X, Shi HQ, Liu Z, Wu G. Highly alkali-stable and cellulase-free xylanases from *Fusarium* sp. 21 and their application in clarification of orange juice. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020 Jul 1;155:572–80.
20. Alagöz D, Varan NE, Toprak A, Yıldırım D, Tükel SS, Fernández-Lafuente R. Immobilization of xylanase on differently functionalized silica gel supports for orange juice clarification. *Process Biochemistry*. 2022 Fev 1;113:270–80.
21. Silva PO, Guimarães NCA, Serpa JDM, Masui DC, Marchetti CR, Verbiseck NV, et al. Application of an endo-xylanase from *Aspergillus japonicus* in the fruit juice clarification and fruit peel waste hydrolysis. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2019 Set;21:101312.
22. Adigüzel AO, Tunçer M. Production, Characterization and Application of a Xylanase from *Streptomyces* sp. AOA40 in Fruit Juice and Bakery Industries. *Food Biotechnology*. 2016 Jul 2;30(3):189–218.
23. Pal A, Khanum F. Efficacy of xylanase purified from *Aspergillus niger* DFR-5 alone and in combination with pectinase and cellulase to improve yield and clarity of pineapple juice. *Journal of Food Science and Technology*. 2010 Dez 22;48(5):560–8.

24. Adiguzel G, Faiz O, Sisecioglu M, Sari B, Baltaci O, Akbulut S, et al. A novel endo- β -1,4-xylanase from *Pediococcus acidilactici* GC25; purification, characterization and application in clarification of fruit juices. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019 Mai;129:571–8.
25. Kaushal J, Khatri M, Singh G, Shailendra Kumar Arya. A multifaceted enzyme conspicuous in fruit juice clarification: An elaborate review on xylanase. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021 Dez 1;193:1350–61.
26. Paës G, Berrin J-G, Beaugrand J. GH11 xylanases: Structure/function/properties relationships and applications. *Biotechnology Advances*. 2012 Mai;30(3):564–92.
27. Wang X, Luo H, Yu W, Ma R, You S, Liu W, et al. A thermostable *Gloeophyllum trabeum* xylanase with potential for the brewing industry. *Food Chemistry*. 2016 Mai 1;199:516–23.
28. Sato Y, Fukuda H, Zhou Y, Mikami S. Contribution of ethanol-tolerant xylanase G2 from *Aspergillus oryzae* on Japanese sake brewing. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2010 Dezz;110(6):679–83.
29. Camargo G dos S, Almeida J, Sanches ACC, Maller A. Ação das enzimas celulase, invertase, pectinase e xilanase na produção de vinhos – uma revisão sistemática da literatura / Activity of celulase, invertase, pectinase and xylanase enzymes in wine production - a systematic literature review. *Brazilian Journal of Health Review*. 2021 Set 13;4(5):19296–317.
30. Ballini A, Charitos IA, Cantore S, Topi S, Bottalico L, Santacroce L. About Functional Foods: The Probiotics and Prebiotics State of Art. *Antibiotics*. 2023 Mar 23;12(4):635.
31. Slavin J. Fiber and Prebiotics: Mechanisms and Health Benefits. *Nutrients* [Internet]. 2013 Abr 22;5(4):1417–35.
32. Freitas C, Carmona E, Brienzo M. Xylooligosaccharides production process from lignocellulosic biomass and bioactive effects. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* [Internet]. 2019 Abr;18:100184.
33. Oniszczyk A, Oniszczyk T, Gancarz M, Szymańska J. Role of Gut Microbiota, Probiotics and Prebiotics in the Cardiovascular Diseases. *Molecules*. 2021 Fev 22;26(4):1172.
34. Singh RD, Banerjee J, Arora A. Prebiotic potential of oligosaccharides: A focus on xylan derived oligosaccharides. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 2015 Jan;5(1):19–30.
35. Abbeele PV den, Duysburgh C, Jiang T, Rebaza M, Pinheiro I, Marzorati M. A combination of xylooligosaccharides and a polyphenol blend affect microbial composition and activity in the distal colon exerting immunomodulating properties on human cells. *Journal of Functional Foods*. 2018 Ago 1;47:163–71.
36. Ghosh A, Chandra A, Dhar A, Shukla P, Baishya D. Multi-efficient thermostable endoxylanase from *Bacillus velezensis* AG20 and its production of xylooligosaccharides as efficient prebiotics with anticancer activity. *Process Biochemistry*. 2021 Out;109:59–71.

37. Wang Z, Bai Y, Bu DP, Gerrits WJJ, S. de Vries S, Shang L, et al. Xylan alleviates dietary fiber deprivation-induced dysbiosis by selectively promoting *Bifidobacterium pseudocatenulatum* in pigs. 2021 Nov 21;9(1).
38. Dahiya S, Bajaj BK, Kumar A, Tiwari SK, Singh B. A review on biotechnological potential of multifarious enzymes in bread making. *Process Biochemistry*. 2020 Dez;99:290–306.
39. Jaekel LZ, Silva CB da, Steel CJ, Chang YK. Influence of xylanase addition on the characteristics of loaf bread prepared with white flour or whole grain wheat flour. *Food Science and Technology*. 2012 Nov 2;32(4):844–9.
40. Oliveira DS, Telis-Romero J, Silva R, Franco CML. Effect of a *Thermoascus aurantiacus* thermostable enzyme cocktail on wheat bread quality. *Food Chemistry*. 2014 Jan;143:139–46.
41. Yegin S, Altinel B, Tuluk K. A novel extremophilic xylanase produced on wheat bran from *Aureobasidium pullulans* NRRL Y-2311-1: Effects on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocolloids*. 2018 Ago;81:389–97.
42. Machado NJB, Cruz FGG, Brasil RJM, Rufino JPF, Freitas LW, Dilelis F, et al. Effects of xylanase and probiotic supplementation on broiler chicken diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2020;49.
43. Nguyen XH, Nguyen HT, Morgan NK. Dietary soluble non-starch polysaccharide level and xylanase supplementation influence performance, egg quality and nutrient utilization in laying hens fed wheat-based diets. *Animal Nutrition* [Internet]. 2021 Jun 1;7(2):512–20.
44. Jha R, Fouhse JM, Tiwari UP, Li L, Willing BP. Dietary Fiber and Intestinal Health of Monogastric Animals. *Frontiers in Veterinary Science* [Internet]. 2019 Mar 4;6.
45. Bhardwaj N, Kumar B, Verma P. A detailed overview of xylanases: an emerging biomolecule for current and future prospective. *Bioresources and Bioprocessing*. 2019 Out 18;6(1).
46. Sousa LS de, Carvalho TSM, Nogueira FA, Saldanha MM, Vaz DP, Bertechini AG, et al. Fiber source and xylanase on performance, egg quality, and gastrointestinal tract of laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2019;48.

AVALIAÇÃO DO TEOR DE GORDURA EM PRESUNTO COZIDO SEGUNDO A LEGISLAÇÃO VIGENTE

José Fernando da Silva¹; Raimundo Bernadino Filho²; Jadelson Francisco Silva de Melo³; Giovanna Gabrielle de Aguiar Nascimento⁴; Wellington Moraes da Silva⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- CEAL – UFAPE; E-mail: fernandosilvaufape@gmail.com

²Docente no Departamento de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE

³ Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CEAL – UFAPE

⁴ Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CEAL – UFAPE

⁵ Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CEAL – UFAPE.

Resumo: A gordura é um dos principais ingredientes adicionados em presuntos cozidos durante sua produção industrial, podendo resultar em diversos problemas de saúde quando consumidos excessivamente. Com objetivo de analisar o teor de gorduras totais em presuntos cozidos, foram selecionadas quatro marcas distintas de presuntos cozidos comercializadas na cidade de Garanhuns-PE, realizando as análises através da metodologia do Instituto Adolfo Lutz para determinação de gorduras totais e feito a comparação com o rótulo e as legislações vigentes. Os Presuntos cozidos foram denominados em P1, P2, P3 e P4, obtendo valores entre 0,35 % e 1,55 % de gorduras totais. Como na RTIQ para presunto cozido não estabelece um limite de gordura, pode-se considerar que as amostras estavam de acordo com a Instrução Normativa N° 20 de 31 de julho de 2000 para presunto cozido. Das marcas analisadas, apenas a P2 ultrapassou essa variação, resultando na não conformidade do valor da análise com o valor estabelecido em seu rótulo. Através dos resultados obtidos, foi possível identificar o valor real de gordura presente em diferentes marcas de presunto cozido, resultando em três marcas com valores próximos e uma marca com valor distante em relação aos apresentados em seus rótulos.

Palavras-chave: Lipídeo, produto cárneo, rótulo

INTRODUÇÃO

O presunto cozido tem uma grande participação nas variadas refeições no cotidiano da população, sendo combinado com vários pratos práticos e saborosos e um custo-benefício acessível (1; 2; 3).

De acordo com o regulamento técnico de identidade e qualidade do presunto cozido da INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 20 de 2000, consiste em um produto cárneo que sofreu processo de industrialização, originado exclusivamente de carne de pernil de suínos desossado e adicionado ingredientes obrigatórios como: sal, nitrito e ou/ nitrato de sódio e ou/ potássio em forma de salmoura e o principal, a carne de pernil suíno. Além dos ingredientes obrigatórios, o produto pode conter ingredientes opcionais como: condimentos, aromas, açúcares, especiarias e proteínas de origem animal ou vegetal e por fim, submetido a um processo de cozimento adequado. Juntamente aos ingredientes da formulação do produto, para obter a identidade de presunto cozido, as características nutricionais também

são padronizadas, com os teores de no mínimo 14% de proteína, 5,35% no máximo de umidades/proteínas e 2% no máximo de carboidratos (4).

A carne é uma importante fonte alimentar de proteína, vitaminas e minerais, e seu consumo moderado in natura não representa risco para o acometimento por enfermidades metabólicas (5). Alguns produtos cárneos, todavia, são adicionados de valores superiores a 30% de gordura animal (6), cujo teor de gorduras saturadas representa cerca de 39,8% do conteúdo de gorduras totais presente na carne (7).

A gordura presente no presunto cozido vem da própria matéria prima, sendo adicionada com o objetivo de obter características sensoriais agradáveis, tais como sabor, aparência e textura, sendo um ingrediente indispensável na elaboração desse tipo de produto, e a sua substituição por ingredientes que apresentam características semelhantes vem sendo estudado cada vez mais por cientistas brasileiros (8).

A rotulagem nutricional no Brasil é regulamentada pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) nº 429/2020, onde regulamenta as informações essenciais que devem ser informadas no rótulo para o consumidor. Em relação à composição nutricional dos produtos, é admitida uma tolerância de no máximo 20% em relação aos valores de nutrientes declarados no rótulo (9). A conformidade dos componentes da rotulagem nutricional com o real teor presente no alimento deve seguir o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade específico para cada produto, no entanto, é possível que algumas não conformidades sejam encontradas quando comparada a informação citadas nos rótulos com análises de composição centesimal do alimento.

O alto consumo de gorduras saturadas está relacionado a efeitos deletérios ao metabolismo e, portanto, representa risco à saúde (10). Sendo assim, estudos acerca da reformulação do perfil lipídico vêm ganhando importância na última década, surgindo como uma alternativa para o desenvolvimento de produtos cárneos mais saudáveis (11).

Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar rótulos de quatro marcas de presuntos cozidos e a partir daí comparar os valores das análises com o informado em seus rótulos e verificar se estão de acordo os valores e com as legislações vigentes para o produto.

MATERIAL E MÉTODOS

As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados e no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE) em Garanhuns-PE. Sendo então adquiridas em supermercados situado na cidade de Garanhuns.

As análises foram feitas em triplicata em quatro marcas nacionais de presunto cozido de uma mesma classificação de acordo com os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade do produto.

Para a escolha das amostras foi feita uma pesquisa nos principais supermercados localizados na cidade de Garanhuns, onde foram selecionadas as quatro marcas de presunto cozido. A codificação das marcas foi feita da seguinte maneira utilizando as seguintes demarcações: Amostra P1, Amostra P2, Amostra P3 e Amostra P4 (Figura 1).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL
Porção 40 g (2 fatias)

QUANTIDADE POR PORÇÃO		%VD(*)	QUANTIDADE POR PORÇÃO		%VD(*)
VALOR ENERGÉTICO	34 kcal=143 kJ	2	GORDURAS SATURADAS	0,3 g	1
CARBOIDRATOS	0,6 g	0	GORDURAS TRANS	0 g	**
PROTEÍNAS	6,4 g	9	FIBRA ALIMENTAR	0 g	0
GORDURAS TOTAIS	0,6 g	1	SÓDIO	451 mg	19

*% VALORES DIÁRIOS 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.

(A)

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL
PORÇÃO DE 40 g (3 FATIAS)

QUANTIDADE POR PORÇÃO	%VD(*)
VALOR ENERGÉTICO	34 kcal = 143 kJ
CARBOIDRATOS	0,6 g
PROTEÍNAS	6,7 g
GORDURAS TOTAIS	0,6 g
GORDURAS SATURADAS	0,3 g
GORDURAS TRANS	0 g
FIBRA ALIMENTAR	0 g
SÓDIO	290 mg

(B)

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL
Porção 40 g (2 1/2 fatias)

QUANTIDADE POR PORÇÃO	%VD(*)
VALOR ENERGÉTICO	29 kcal = 122 kJ
CARBOIDRATOS	0 g
PROTEÍNAS	6,3 g
GORDURAS TOTAIS	0 g
GORDURAS SATURADAS	0 g
GORDURAS TRANS	0 g
FIBRA ALIMENTAR	0 g
SÓDIO	325 mg

*% VALORES DIÁRIOS 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.

(C)

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção 40 g (2 fatias)		
Quantidade por porção		%VD(*)
Valor Energético	36 kcal = 151 kJ	2
Carboidratos	0 g	0
Proteínas	7,4 g	10
Gorduras Totais	0,6 g	1
Gorduras Saturadas	0 g	0
Gorduras Trans	0 g	**
Fibra Alimentar	0 g	0
Sódio	390 mg	16

*% Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. **VD não estabelecido.

(D)

Figura 1 - (A) rótulo P1; (B) rótulo P2; (C) rótulo P3; (D) rótulo P4.

A extração da gordura foi feita utilizando o reagente hexano pelo método de Soxhlet (Figura 2), onde o solvente orgânico tem contato com a amostra e assim extraindo os lipídeos, sendo então quantificados pela pesagem do balão de fundo chato mais a gordura (12).

As análises realizadas em triplicata, iniciou-se condicionando 3 balões de fundo chato de 250 ml, 3 papéis filtros e 3 barbantes de 40 cm (Figura 3) em estufa com circulação de ar a 105 °C por 1 hora. Em seguida os balões foram pesados e colocados nas matas aquecedoras ainda desligadas. Posteriormente foram pesadas aproximadamente 3 g de cada amostra triturada, envolvidas no papel filtro e amarrada com o barbante. Cada amostra foi colocada no interior do aparelho extrator de Soxhlet. 150 mL do reagente hexano foi colocado em cada balão de fundo chato, e assim iniciado o processo de extração da gordura por 8 horas contínuas (Figura 2). Após a extração, os balões com a gordura foram colocados na estufa com circulação de ar a 105 °C por 1 hora, dessecador por 15 min e assim feito a primeira pesagem, em seguida estufa por 30 min, dessecador por 15 min e feito a segunda pesagem,

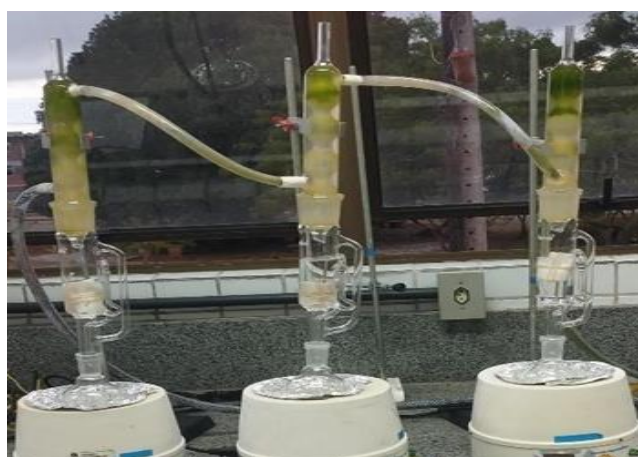


Figura 2 – Extrator de Soxhlet

tal processo foi realizado até a obtenção de peso constante dos balões com a gordura (Figura 4).



Figura 3 – Balões de 250 mL de fundo chato, papéis filtros e barbantes

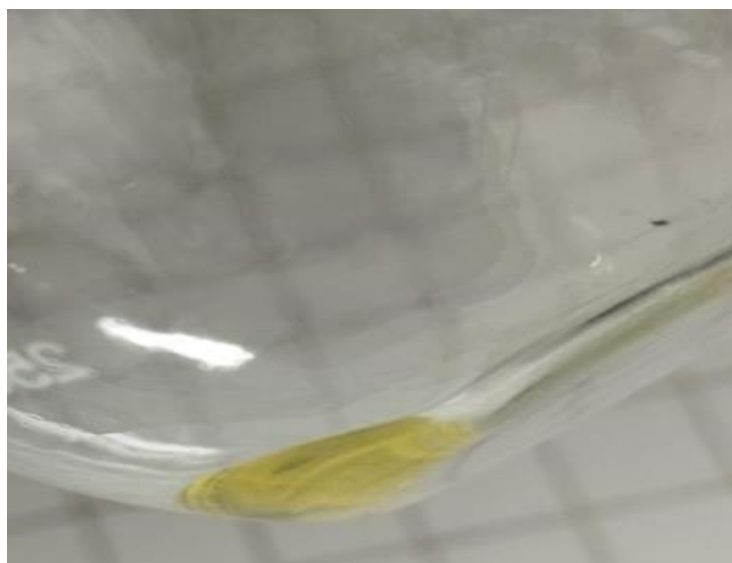


Figura 4 – Gordura extraída

$$\%Lipídeos \left(\frac{g}{100g} \right) = \frac{(\text{peso do balão} + \text{gordura}) - \text{peso do balão}}{\text{peso da amostra úmida}} \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises realizadas estão apresentados na Tabela 1 juntamente com o desvio padrão de cada média, como também os valores presentes na tabela nutricional e o

valor máximo exigido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) do presunto cozido.

Tabela 1 – Valores de gordura em % encontrados nas análises, valores informados no rótulo e os valores de referência no RTIQ.

Presuntos Cozidos	Teor de lipídios %	Teor informado no rótulo %	Limite máx. permitido %
P1	1,55 ± 0,29	1,50	NE*
P2	0,35 ± 0,12	1,50	NE*
P3	0,87 ± 0,10	0,00	NE*
P4	1,39 ± 0,54	1,50	NE*

*Limite máximo não estabelecido pela legislação vigente.

Observando a Tabela 1, pode-se verificar que os valores de gordura encontrado nas análises dos presuntos cozidos variaram de 0,35 % a 1,55 %, onde a marca P2 apresentou o menor valor e a marca P1 a maior porcentagem, e as marcas P3 e P4 ficaram na intermediária, com respectivos valores de 0,87 % e 1,39 %.

Quando feita a comparação dos resultados das análises de gorduras totais para presunto cozido com a quantidade informada em cada rótulo, observa-se que as marcas P1 (1,55%) com diferença de + 3,33 e P4 (1,39%) com diferença de – 7,33, obtiveram valores bem próximos aos indicados nas embalagens. A marca P2 apresentou uma discrepância ao do rótulo, onde ocorreu-se uma diferença de 76,67 %.

A marca P3, que de acordo com o rótulo informava que tinha 0% de presença de gordura em sua composição, apresentou 0,87 % nas análises feitas em laboratórios. O valor abaixo de 1 pode ser considerado insignificativo, no entanto, já era de se esperar que o presunto cozido apresentasse algum valor de gordura, visto que, a gordura é um ingrediente fundamental na formulação em produtos cárneos emulsionados, influenciando diretamente nas características sensoriais, aparência, cremosidade e textura do produto. No RTIQ para presunto cozido não estabelece limite máximo e nem mínimo de gordura, podendo considerar que as amostras analisadas estavam de acordo com a Instrução Normativa N° 20 de 31 de julho de 2000 para presunto cozido (4).

Os resultados encontrados nas marcas P1 e P4 estavam dentre os valores obtido por Los (13), onde em sua pesquisa ele avaliou 11 marcas de presunto cozido na região de Ponta Grossa – PR, sendo para o teor de gordura encontrado valores que variam de 0,89 a 3,57%. Todo alimento que conter em sua composição até 3g/100g de lipídios totais, vai ser classificado como um produto de baixo teor de gordura (14). Como os valores encontrados nas 4 marcas de presunto cozido analisadas estiveram abaixo deste valor, pode-se afirmar que as amostras são consideradas produtos de baixo teor de gordura.

Pode-se ocorrer variação do teor de gordura presente no presunto cozido por diversos fatores durante a cadeia de produção até chegar na mesa do consumidor, tais como a exposição desse alimento a luz, forma de abertura da embalagem e o tipo de armazenamento podem ocasionar na oxidação dos lipídeos, assim reduzindo a quantidade de gorduras totais presente no produto.

Segundo a RDC Nº 429, de 8 de outubro de 2020 (9), os valores informados nos rótulos nutricionais dos produtos alimentícios podem sofrer uma variação de 20% para mais ou para menos. Das marcas analisadas, apenas a P2 apresentou uma variação abaixo de 20%,

obtendo um valor de 76,67 % abaixo ao informado no rótulo do produto, resultando então na não conformidade do valor da análise com o valor informado em seu rótulo. As demais marcas de presuntos cozidos apresentaram variações que não ultrapassaram esse limite de 20% em relação ao que foi descrito no produto, demonstrando um processamento adequado e padronizado em seus produtos, conforme demonstrado na Tabela 1.

CONCLUSÃO

Para o presunto a legislação não estabelece um valor máximo e nem mínimo para o teor de gordura, podendo afirmar que as 4 marcas analisadas estavam em conformidade com a legislação vigente. Em relação à conformidade da rotulagem nutricional, apenas uma marca ultrapassou o limite máximo de 20% para mais ou para menos estabelecido pela RDC Nº 429/2020 da ANVISA, já as demais marcas estavam respeitando essa variação indicando a conformidade dos produtos com o valor informado em seus rótulos.

Esse tipo de pesquisa é de extrema importância, através dela é possível analisar e verificar se os produtos que a população consome está de fato seguindo as normas estabelecidas pelas legislações vigentes e se os valores informados em suas tabelas nutricionais estão de fato presentes no respectivo produto.

Fica a sugestão para futuras pesquisas com o objetivo de analisar produtos consumidos pela população e verificar os valores tais como de proteínas, carboidratos, gorduras totais e entre outros, a fim de confrontar se as indústrias estão de fato seguindo as legislações vigentes e apresentando em seus produtos os valores que condizem nos respectivos rótulos.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer ao meu orientador Prof^o Dr. Raimundo Bernadino Filho por toda a orientação necessária o decorrer desta pesquisa, e também agradecer ao GRUPO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DE CARNES, PESCADOS E DERIVADOS (GPCARNES) e UFAPE e o Cnpq pelo apoio financeiro e espaço cedido para as análises

REFERÊNCIAS

1. MELO FILHO, A. B. de; BISCONTINI, T. M. B.; ANDRADE, S. A. C. Níveis de nitrito e nitrato em salsichas comercializadas na região metropolitana do Recife. Rev. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2004;24:390-392.

2. LIMA, D. R. de. Avaliação da adição de fibra de trigo em produto cárneo tipo presunto cozido “cook-in”. Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Instituto de Tecnologia Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Seropédica - RJ, set. 2005.
3. OLIVEIRA, G. P. de. Modelagem matemática do processo de resfriamento de presunto. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões Campus de Erechim- Departamento de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Erechim-RS, jul. 2016.
4. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BR). Portaria nº 20, de 31 de julho de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Presunto Cozido. Diário Oficial União. 01 ago 2000.
5. Astrup, A. Magkos, F. Bier, D. M. Brenna, T. Otto, M. C. O. Hill, J. O. King, J. C. Mente, A. Ordovas, J. M. Volek, J. S. Yusuf, S. Krauss, R. M. Saturated Fats and Health: A Reassessment and Proposal for Food-Based Recommendations [Internet]. Editora Eletrônica do Journal of the American College of Cardiology; 2020 [acesso em 13 out 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.05.077>.
6. Kim, T. K. Yong, H. I. Jung, S. Kim, Y. B. Choi, Y. S. Effects of replacing pork 516 fat with grape seed oil and gelatine/alginate for meat emulsions [Internet]. Editora Eletrônica da Meat Science; 2020 [acesso em 13 out 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108079>.
7. Ferrinho, A. M. Nassu, R. T. Aldai, N. Bravo - Lamas, L. Furlan, M. L. N. Toda, B. M. Utembergue, B. L. Rezende, R. G. Mueller, L. F. Furlan, J. J. M. Zanata, M. Baldi, F. Pereira, A. S. C. (2018). Whole cottonseed, vitamin E and finishing period affect the fatty acid profile and sensory traits of meat products from Nellore cattle [Internet]. Editora Eletrônica da Meat Science; 2018 [acesso em 13 out 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.12.002>.
8. HUBER, Eduardo *et al.* Desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados de frango (hambúrguer e empanado) com adição de fibras vegetais como substitutos totais de gordura. 2012.
9. Ministério da Saúde (BR). Portaria nº 429, de 08 de outubro de 2020. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Diário Oficial da União. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em 26 de março de 2023.
10. Izar MCO, Lottenberg AM, Giraldez VZR, Santos Filho RDS, Machado RM, Bertolami A, *et al.* Posicionamento sobre o Consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular [Internet]. Editora Eletrônica da Arq Bras Cardiol; 2021 [acesso em 13 out 2023]. 116(1):160-212. Disponível em: <https://doi.org/10.36660/abc.20201340>.
11. López-Pedrouso, M. Lorenzo, J. M. Gullón, B. Campagnol, P. C. B. Franco, D. 525 Novel strategy for developing healthy meat products replacing saturated fat with oleogels [Internet]. Editora Eletrônica da 526 Current Opinion in Food Science; 2021 [acesso em 13 out 2023]. 40:40–45. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.06.003>.
12. 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, 1ª edição digital, 2008.



13. LOS, F.G. B. avaliação da qualidade de presunto cozido e influência do emprego de matéria-prima congelada [Internet]. Paraná: Editora Eletrônica da UEPG; 2014 [acesso em 16 jul 2023]. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/716>.
14. BRASIL. Portaria nº 27 SVS/MS, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico Referente à Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União. 16 jan. 1998; Seção 1.

CAROTENOIDES E BIOATIVOS: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA

VITÓRIA BARBOSA DA SILVA¹; LUANA AMANDA MESQUITA DA SILVA²;
EMMANUELA PRADO DE PAIVA AZEVEDO³

¹ Pós-graduanda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRPE, nutri.vickbarbosa@gmail.com

² Graduanda do Curso de Bacharelado em Gastronomia- DTR – UFRPE; E-mail:

luanaamanda1415@gmail.com

³ Docente do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, UFRPE,
emmanuela.paiva@ufrpe.br

A diversidade de espécies crioulas de abóboras, abundantemente cultivadas e produzidas nos países, possuem composição de nutrientes essenciais que coadjuva tanto para saúde como para as indústrias alimentícias. Por conseguinte, o objetivo desta revisão é analisar os rendimentos dos carotenoides, compostos fenólicos e flavonoides nas espécies de *Cucurbita maxima* e *Cucurbita moschata*, além disso, averiguar sua riqueza nutricional em partes comestíveis não convencionais. Para isso, foi reunido artigos de bases de dados científicas mediante termos-chave elementares, incluindo alguns critérios de seleção para o decorrer do trabalho. As principais repercussões analisadas foram os teores de carotenoides, fenólicos e flavonoides, que obtiveram diferentes rendimentos conforme o cultivo, maturação da hortalíça, clima, método de extração, condições de verificação analítica e demais fatores que influenciam na maior produtividade do fruto investigado, além da relação direta que existe entre fenólicos totais e atividade antioxidante em muitas frutas e vegetais. Logo, a capacidade bioativa das variedades de abóboras mostra-se uma estratégia para combater carências alimentares, doenças degenerativas, bem como contribuição no desenvolvimento de inovações na indústria de alimentos, com alternativa de um alimento popular, valorizado e acessível para constituir a alimentação da população.

Palavras-chave: Carotenoides; compostos bioativos; valor nutricional em abóboras

INTRODUÇÃO

A família *Cucurbitaceae* possui cerca de 100 gêneros com mais de 800 espécies, presentes em regiões tropicais, subtropicais e temperadas. A maioria das espécies são oriundas das regiões quentes do leste e do sul da África. Porém, o gênero *Cucurbita* é nativo das Américas, sendo constituído por 15 espécies ⁽¹⁾. Dentre estas, estão representadas principalmente pelas espécies *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima* e *Cucurbita moschata*. As abóboras são frutos ricos em diversos compostos bioativos, sendo o principal, os carotenoides ⁽²⁾.

Os carotenoides são tetraterpenoides (C40) formados por oito unidades isoprenóides (C5) unidos por ligação do tipo cauda-cabeça e são um dos responsáveis pela coloração de frutas, hortalíças, crustáceos e microrganismos, cujo espectro de cor varia entre amarelo, laranja e vermelho ⁽³⁾. Além disso, possuem capacidade antioxidante, que afetam

positivamente a saúde humana, inibindo os radicais livres e espécies reativas de oxigênio, reduzindo assim o risco de câncer, doenças cardiovasculares e neurodegenerativas ⁽⁴⁾.

Considerando relatos da literatura, a hortaliça é uma boa fonte de compostos bioativos como: carotenoides, ácidos fenólicos, flavonóis, vitaminas, polissacáridos e minerais ^(5,6,7). Nesse viés, os frutos de *C. moschata* e *C. maxima* possuem boa atividade antioxidante, o que está significativamente correlacionado com o seu maior teor de neoxantina, violaxantina, luteína, γ -caroteno, galactose, glicose e conteúdo de matéria seca ⁽⁸⁾. Por conseguinte, os agentes antioxidantes afetam positivamente a saúde humana, inibindo os radicais livres e espécies reativas de oxigênio, reduzindo assim o risco de câncer, doenças cardiovasculares e neurodegenerativas ⁽⁹⁾.

De acordo com pesquisa realizada em 2020, pela Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional, cerca de 55,2% da população brasileira sofria com a insegurança alimentar em dezembro de 2020. E ainda, o total dessa população era de 211,7 milhões e a partir desse valor, cerca de 116,8 milhões estavam expostas a algum grau de insegurança alimentar, sendo este leve, moderado ou grave ⁽¹⁰⁾.

Concomitante a isso, um relatório emitido pela organização das Nações Unidas em 2023, afirma que há cerca de 735 milhões de pessoas no mundo que passam fome, ao comparar com os países mais populosos do mundo, tais como China e Índia, seria tido como a terceira nação mais populosa, constituída, apenas, de famintos. Com isso, o incentivo para o cultivo, por meio de projetos assistencialistas do governo, assim como a comercialização e o consumo de variedades de hortaliças, como a abóbora, torna-se uma das alternativas viáveis para contribuir com a redução de insegurança alimentar e carências nutricionais, como no caso da hipovitaminose A ⁽¹¹⁾.

Com isso, o objetivo do presente trabalho é fazer uma análise bibliométrica acerca dos principais artigos sobre as variedades de *Cucurbita moschata* e *Cucurbita máxima*, bem como seus rendimentos de carotenoides, compostos fenólicos, flavonoides e capacidade antioxidante. Ressaltando sua riqueza enquanto alimento funcional, característica notável em todas as estruturas (casca, polpa e sementes) e por fim, sua potencialidade para gerar economia para o estado de Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

A análise desenvolvida nesta pesquisa, foi feita por meio de bases de dados online da literatura através do National Library of Medicine (PubMed) (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>), CAPES- Portal de Periódicos de Acesso Livre (<https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/>), Web of Science (<https://www-webofscience.ez19.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/basic-search>) e Scopus (<https://www.scopus.com/>).

As expressões-chave de busca foram, “carotenoides em abóboras”, “compostos bioativos em abóboras”, “atividade antioxidante em abóboras”, “polpa”, “*C. moschata*”, “*C. maxima*”, e “*Cucurbitaceas*”. Todas as publicações compreenderam o período de 2012 a 2022, com exceção de quatro citações mais antigas. Os critérios adotados para a seleção dos artigos incluíram estudos publicados em inglês, predominando aqueles publicados nos

últimos quatro anos. Além disso, foram utilizados critérios de inclusão/exclusão e eliminação de duplicatas para elegibilidade.

Inicialmente, foram identificados 426 artigos, das bases de dados Periódicos CAPES, PubMed, Science Direct, Web of Science e Scopus. O material empírico desta revisão bibliométrica, ficou composto por 180 artigos científicos, após os critérios de inclusão/exclusão e eliminação de duplicatas, a amostra final foi de 20 artigos, categorizados quanto aos teores de carotenoides, compostos fenólicos e flavonoides em variedades de *Cucurbita moschata* e *Cucurbita máxima*.

Tabela 1 – Perfil de publicações das literaturas.

Perfil de Autores por Ano de Publicação	Objetivo de Estudo
Hallmann E, Rembiałkowska E. 2012.	Variáveis dos compostos bioativos que podem ser afetados pela maturação, genótipo e cultivo.
Smiderle L. 2013.	Teores de α e β -caroteno e isômeros trans (E) e cis (Z) do β -caroteno em abóboras (<i>C. moschata</i>) cruas e cozidas,
Hernández IA. 2017.	Método SERS para a identificação de quatro antioxidantes fenólicos livres.
Noronha ADH, Vielmo GRR. 2017.	Importância da preservação dos recursos naturais disponíveis e guardiões de sementes.
Bergantin C. et al. 2018.	Caracterização dos principais carotenoides, efeitos de cozimentos sobre luteína e β -caroteno e bioacessibilidade.
Kulczyński B, Gramza-Michałowska A. 2019.	Análise comparativa do conteúdo de compostos bioativos em 11 frutos de cultivares de abóbora.
Kulczyński B, Gramza-Michałowska A. 2019.	Comparar o conteúdo de compostos bioativos: carotenóides, polifenóis, flavonóides, tocoferóis, minerais, vitamina C, B1 e folatos em 15 cultivares de duas espécies de abóbora, <i>Cucurbita pepo</i> L. e <i>Cucurbita moschata</i> .
Miekus N. et al. 2019.	Extrações Químicas Verde de Carotenóides e propriedades antioxidantes.
Borges RME. et al. 2019.	Qualitativos e quantitativos associados ao fruto, bem como indicar genótipos de interesse no programa de melhoramento de abóbora (<i>Cucurbita moschata</i> Duch.)
	Capacidades antioxidantes/antirradicais dos frutos de <i>Cucurbita</i> (18 cultivares das

Gulala AK. et al. 2020.	espécies: <i>C. maxima</i> Duch., <i>C. moschata</i> Duch., <i>C. pepo</i> L. e <i>C. ficifolia</i> Bouché)
Ouyang M. et al. 2020.	Investigar efeitos da secagem sobre os níveis de compostos fenólicos totais (TPC).
Enneb S. et al. 2020.	Identificar características e benefícios para o consumo humano da <i>Cucurbita moschata</i> .
Armesto J. et al. 2020.	Comparar efeito nutricional da abóbora (<i>Cucurbita moschata</i> D.) sobre duas variedades e tipo de cultivo (convencional vs. orgânico).
Miljić M. et al. 2021.	Caracterizar a capacidade antioxidante in vitro, perfil terpenóide e conteúdo de carotenóides em abóbora.
Mokhtar M. et al. 2021.	Ácidos fenólicos e flavonóides de <i>C. moschata</i> , por HPLC – DAD – ESI-MS) em diferentes estágios de maturação.
Sharma M, Bhat R. 2021.	Carotenóides da casca e polpa de abóbora: Comparação de tecnologias inovadoras de extração verde.
Hussain A. et al. 2021.	Determinação dos teores de Fenólicos Totais, Flavonóides, Carotenóides e Minerais em casca, polpa e sementes de Abóbora (<i>Cucurbita Maxima</i>).
Vinayashree S, Prasanna V. 2021.	Propriedades bioquímicas, nutricionais e funcionais de isolados e frações proteicas de sementes de abóbora (<i>Cucurbita moschata</i> var. Kashi Harit).
Ahmad G. et al. 2021.	Impacto das baixas e altas concentrações de cinzas volantes no solo alterado no crescimento, resposta fisiológica e rendimento da abóbora (<i>Cucurbita moschata</i> Duch. Ex Poiret L.)
	Investigar interações entre compostos fenólicos e constituintes da matriz da abóbora, incluindo carboidratos, proteínas, lipídios, minerais, vitaminas e outros polifenóis, que impactarão

Yan Z. et al. 2022.

significativamente a bioacessibilidade e biodisponibilidade de compostos bioativos em abóboras.

Fonte: Autor 2023.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As polpas de abóboras são consideradas uma fonte de carotenoides, grupo de moléculas bastante diversificado. Até agora, a maioria dos estudos sobre a composição química destas polpas se concentrou no conteúdo deste constituinte ⁽⁶⁾. Tendo em vista, a sua relevância para um bom funcionamento do organismo, já que são compostos antioxidantes e atuam quelando os radicais livres. Na figura 1, estão alguns dos carotenoides mais encontrados na polpa da hortaliça.

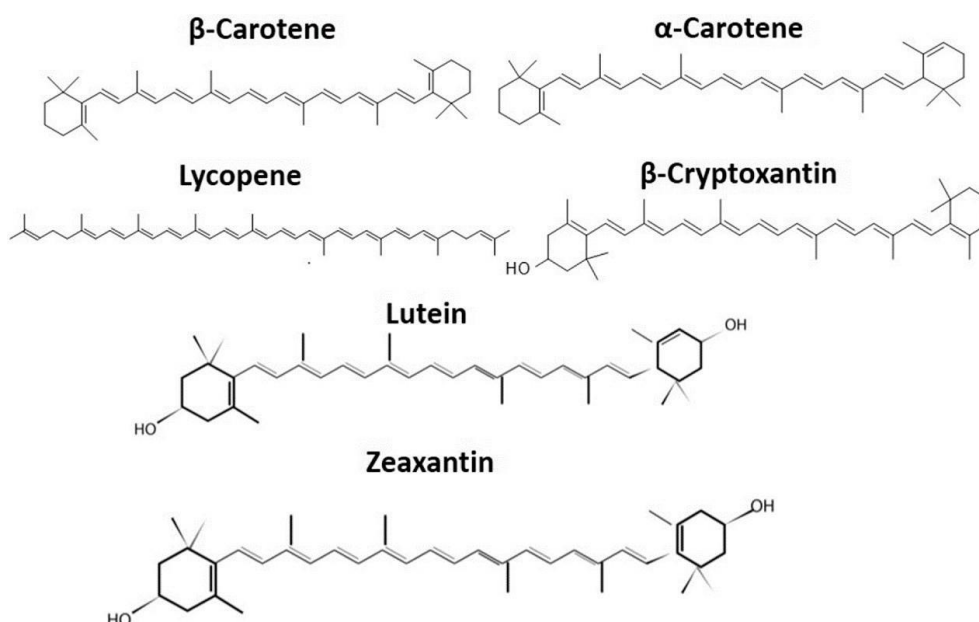


Figura 1- Estruturas moleculares de alguns carotenoides.

Fonte: Miekus ⁽¹²⁾.

A composição química das abóboras, demonstrou maiores teores desses carotenoides em matéria seca da polpa de abóbora nas cultivares *'Melonowa Żółta'* (zeaxantina: 192,5 µg/g, luteína: 388,79 µg/g), enquanto os maiores teores de β-caroteno foram encontrados nas cultivares *'Melonowa Żółta'* (115,29 µg/g) e *'Jumbo Ping Banana'* (102,45 µg/g), contudo, valores de α-caroteno não foram analisados ⁽⁶⁾.

Em contrapartida, esses valores foram maiores em relação aos teores de carotenoides na abóbora fresca crua foram de 16,99 µg/g, 37,12 µg/g e 49,29 µg/g de (zeaxantina, luteína e β-caroteno), respectivamente ⁽¹³⁾. No estudo com análise em polpa de abóbora fresca, os valores obtidos já foram menores, sendo um pouco maior do que 500 µg/g (zeaxantina) e (β-caroteno) e menor que 500 µg/g (luteína) ⁽¹⁴⁾.

Concomitante a isso, um estudo feito com dois tratamentos da mesma variedade de abóbora (*C. moschata*), sendo o tratamento 1 com maior nível de maturação e o 2, com menor, demonstrou valores distintos, onde a abóbora 1, apresentou elevados teores de carotenoides totais (0,589-0,655 $\mu\text{g}/\text{mg}$) ⁽¹⁵⁾. Todavia, a abóbora 2 apresentou valores bem inferiores (0,234- 0,274 $\mu\text{g}/\text{mg}$).

Tabela 2 – Teores de carotenoides nas literaturas.

Luteína $\mu\text{g}/\text{g}$	Zeaxantina $\mu\text{g}/\text{g}$	β - caroteno $\mu\text{g}/\text{g}$	Autores
388,79	192,5	102,45- 115,29	Kulczyński B, Gramza- Michałowska A. 2019.
37,12	16,99	49,29	Bergantin C. 2018.
<500	>500	>500	Miljić M. 2021.
Carotenoides Totais	0,234-0,655		Smiderle L. 2013.

Fonte: Autor 2023.

A tabela 2 demonstra valores ressaltados em literaturas. Assim como todos os alimentos à base de plantas, o conteúdo real de componentes funcionais pode ser afetado por espécies, cultivares, condições agrônômicas e edafoclimáticas ⁽¹⁴⁾. Seguindo o mesmo sentido, foi investigado a influência da maturação no conteúdo fenólico, assim como a atividade antioxidante e antimicrobiana, constatou, portanto, que dependendo do composto, ao longo da maturação, sua quantidade pode aumentar ou diminuir. No mais, nos primeiros estágios de maturação dos frutos analisados, no que tange as quantidades de fenólicos e flavonoides, estes cresceram. Contudo, decaíram no estágio final, em função da oxidação dos polifenóis pela polifenoloxidase ⁽¹⁶⁾.

Com o intuito de extrair carotenoides em cascas e polpas de abóboras, por meio de distintas tecnologias de extração verde e compará-las, constatou que muitos dos resíduos e subprodutos das indústrias, tais como cascas, sementes e bagaços de frutas e hortaliças, possuem compostos bioativos relevantes, como: polissacarídeos, proteínas, péptidos, fibras alimentares, polifenóis, antioxidantes, antimicrobianos e pigmentos naturais. E ainda, os carotenoides estão copiosamente nestes resíduos e possuem grande potencial para atuarem como corantes naturais em substituição aos sintéticos, feitos à base de petróleo ⁽¹⁷⁾. Dessa forma, aliado com a crescente demanda do consumidor por corantes naturais e a riqueza de nutrientes presentes nos resíduos industriais, fica evidente uma alternativa e incentivo para o uso integral do alimento.

Considerando o trabalho citado anteriormente, foram utilizados casca e polpa da espécie *C. máxima* para avaliar teores fenólicos totais, por tecnologias inovadoras de extração verde (extração por ultrassom (UAE) e assistidas por micro-ondas (MAE) usando óleo de milho), os dados foram significativamente maiores ($p < 0,05$) e variou de $510,69 \pm 5,50$ a $588,68 \pm 7,26$ mg GAE/100 g de extrato nas extrações verdes (UAE e MAE), do que nos extratos convencionais ($269,50 \pm 2,17$ a $318,46 \pm 6,60$ mg GAE/100 g de extrato). Sendo a extração convencional feita com (hexano/álcool isopropílico; 60:40, v / v) ⁽¹⁷⁾.

Acerca da análise do teor de ácidos fenólicos, foi confirmado alta diversidade entre as cultivares de *C. máxima* A, a cultivar '*Melonowa Żółta*' apresentou o maior teor de ácido gálico (18,90 mg/100 g) e ácido protocatecuico (47,89 mg/100 g). O maior teor de ácido p-cumárico foi encontrado na cultivar '*Hokkaido*'; (3,47 mg/100 g), e o maior teor de ácido ferúlico foi encontrado na cultivar '*Melonowa Żółta*' (33,50 mg/100 g). O menor teor de ácido 4-hidroxibenzóico (4,95 mg/100 g) e ácido ferúlico (6,87 mg/100 g) foi encontrado na cultivar '*Green Hubbard*' ⁽⁹⁾.

Alguns dados de teores fenólicos totais (TPC) foi considerado no estudo, ao qual frutos de *C. moschata* '*Kogigu*' foi caracterizado pelos maiores teores dos seguintes fenólicos (dados em mg por 100 g de peso fresco): ácidos protocatecuico (2,42 mg), siríngico (16,41 mg) e ferúlico (0,442 mg), catequina (0,52 mg), e kaempferol (0,107mg) ⁽¹⁸⁾. Além disso, no estudo trazido em 2020, foi demonstrado que os níveis de IPC (compostos fenólicos insolúveis) em fatias de abóbora foram muito afetados pela temperatura e tempo de secagem e uma diminuição contínua de IPC durante o tempo de secagem com ar quente foi observada em todas as temperaturas testadas no trabalho. Os níveis de IPC nas fatias finais de abóbora seca continham apenas 22, 8-42,7% de seu nível inicial de IPC em abóbora fresca e a temperatura de aquecimento de 80 a 100 ° C não fez muita diferença na retenção de IPC ⁽¹⁹⁾.

Em outra instância, um estudo relatado em 2019, quanto a análise de flavonoides, no qual também apresentou conteúdo diversificado de flavonóis. O maior teor desse composto foi encontrado na cultivar 'Bambino' (51,92 mg/100 g), enquanto o menor teor foi medido na cultivar 'Marina di Chioggia' (5,09 mg/100 g) ⁽⁹⁾. Já, no trabalho onde extraíram a quercetina e a rutina da polpa, fibra e semente de *Cucurbita moschata* com quatro solventes diferentes (metanol, acetato de etila, hexano, clorofórmio). A quercetina e a rutina foram detectadas em extrato de acetato de etila e extrato de metanol e os teores de quercetina foram de 0,533 mg/100 g e 0,350 mg/100 g, respectivamente. O teor de rutina foi de 0,250 mg/100 g e 0,130 mg/100 g, respectivamente ⁽²⁰⁾.

O potencial antioxidante desses compostos depende principalmente do número de grupos hidroxila e metóxi ligados ao anel fenil ⁽²¹⁾. Em uma revisão em 2022, o autor averiguou sobre interações de macromoléculas em abóboras que podem influenciar a sua bioacessibilidade e biodisponibilidade de compostos fenólicos e propuseram que a interação de polifenóis com polissacarídeos se deve principalmente a interações não covalentes, divididas em forças iônicas, hidrofílicas e hidrofóbicas. Além dos fatores ambientais, a atividade de ligação dos fenólicos também foi afetada pela composição da parede celular da planta e pela estrutura molecular, peso molecular e concentração de polifenóis ⁽⁵⁾.

Esses achados solidificam com o estudo realizado em 2021, no qual os teores de fenólicos e flavonoides totais da abóbora são dependentes do estágio de maturação do fruto. O estágio verde contém uma boa quantidade de polifenóis totais (77,5 mg GAE. 100g -1FW) e flavonoides (23,4 mg QE. 100 g -1FW). Essas quantidades aumentaram com o

amadurecimento dos frutos e foram 26 e 22% maiores no segundo estágio do que os frutos verdes (97,4 mg GAE. 100 g⁻¹ e 28,6 mg QE. 100g⁻¹)⁽¹⁶⁾.

A diversidade das espécies tem sido estruturada, por agricultores guardiões, estes procuram interagir localmente para trocar experiências e sementes com outros agricultores e sempre guardam parte das sementes que cultivam como estratégia de preservação das espécies. Com isso, muitos genótipos da família *Cucurbitáceas* têm sido mantidos no seu lugar original por iniciativa espontânea de produtores rurais em diferentes sistemas de produção, bem como em bancos de germoplasma de instituições de pesquisa e representam valioso recurso genético⁽²²⁾.

Nesse viés, a caracterização desses genótipos, permite conhecer a diversidade fenotípica e genética do germoplasma, direcionando a sua utilização em programas de melhoramento genético, bem como a seleção de genótipos para o desenvolvimento de cultivares mais produtivas e de melhor qualidade⁽²³⁾. Dessa forma, essa seletividade contribui para a escolha das melhores sementes conforme o local de plantio, respeitando suas características edafoclimáticas e isso, pode ser uma alternativa para as regiões mais pobres, que carecem de nutrientes básicos.

Além disso, o uso integral do fruto, também é um aliado na erradicação dessa problemática, uma vez que todas as suas partes são ricas nutricionalmente. A partir disto, um artigo postulado com o efeito de determinar fenólicos totais, flavonoides, carotenoides e conteúdo mineral, usufruindo da polpa e também, não sendo tão usual na mesa dos brasileiros, cascas e sementes da *C. maxima*, sondou que todas essas partes, possuem quantidades significativas de nutrientes e podem ser utilizadas para enriquecer nutricionalmente algum preparo⁽²⁴⁾.

No trabalho publicado em 2020, verificou que as sementes de *C. moschata* possuem óleos que são nutracêuticos e que auxiliam contra a hiperplasia benigna da próstata, retarda o avanço da hipertensão e alivia a diabete, pois promove a atividade hipoglicêmica. Ademais, de acordo com este mesmo autor, em comparação com a *C. maxima*, estas sementes possuem cerca de 51% de proteínas, além de aminoácidos (Glutamato e Arginina). Portanto, podem ser utilizadas como elemento enriquecedor em formulações alimentícias, com o fito de corrigir deficiências vitamínicas ou micronutrientes, caracterizada como “fome oculta”⁽²⁵⁾.

Por conseguinte, é válido ressaltar que embasado em Armesto, o intuito de analisar as características nutricionais das abóboras em diferentes cultivos, sendo estes convencionais e orgânico, demonstrou que o sistema orgânico possuía uma proporção maior de compostos bioativos do que o convencional. Ainda em consonância com o mesmo autor, a maior pressão exercida pelo ambiente sob os cultivos orgânicos, podem acelerar os metabólitos secundários da planta⁽²⁶⁾. Desse modo, o cultivo de culturas orgânicas sem a proteção química pode resultar em aumento da síntese de compostos bioativos em seus tecidos, com o fito de proteger-se de agentes invasores e/ou estranhos⁽²⁷⁾.

A revisão revelou que existem variações na composição de carotenoides e outros compostos bioativos, compostos fenólicos e flavonoides, em abóboras cultivadas dentro e fora do país. As mudanças nos carotenoides também dependem da exposição solar, temperatura, disponibilidade de água e composição do solo. Assim como, a aplicação no solo de cinzas volantes em níveis mais baixos (10-30%) revelou o impacto benéfico na cultura da abóbora e em todas as características de crescimento testadas, como crescimento, rendimento e pigmentos fotossintéticos⁽²⁸⁾.

CONCLUSÕES

Esta revisão comparou a composição química de abóboras e seus diferentes cultivares, a conjunção das literaturas explanou os teores variados de carotenoides, compostos fenólicos e flavonoides, além da capacidade antioxidante através do radical ABTS, demonstrando que a variedade de *C. maxima* e *C. moschata*, apresentam seus teores bioativos influenciados por múltiplos fatores, estágios de formação do fruto, extração, cultivo, região e temperatura.

Com isso, à presença de compostos bioativos com propriedades antioxidantes está interligado a capacidade que a hortaliça apresenta em combater/neutralizar radicais livres gerados pelo metabolismo e por fatores externos. Além de auxiliar em deficiências nutricionais que acometem a população, como a hipovitaminose A. Os resultados da revisão também desempenham um elemento que amplia o estado atual do conhecimento e indicam novas tendências de pesquisas científicas nesse ramo, como as possibilidades de utilizar integralmente o fruto.

E ainda, é evidente a importância que os guardiões de sementes crioulas possuem, uma vez que contribuem para a manutenção e perpetuação das espécies destes frutos, e potencializam a rotatividade da economia do local. Por fim, por ser um alimento popular, corroboram com a mitigação das carências nutricionais nas mesas mais abastadas do país.

REFERÊNCIAS

1. Amaro GB, et al. EMBRAPA. Technical recommendations for the cultivation of pumpkins and strawberries. Available at :https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225763/1/CT-175-30_ago_2021.pdf, ago 2021.
2. Meleiro-Azevedo CH, Amaya-Rodriguez DB. Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Curcubita moschata*, *Curcubita máxima* and *Curcubita pepo*. *J. Agr. Food Chem. Easton*. 2007; 55 (10): 4027- 4033.
3. Amaya-Rodruiguez DB, Maldonade IR. Potentials and challenges in the production of microalgal pigments with reference to carotenoids, chlorophylls, and phycobiliproteins. In: RAVISHANKAR GA, AMBATI RR. (Ed.). *Handbook of algal technologies and phytochemicals*. Boca Raton: CRC Press. 2019. 09-118.
4. Kulczyński B, Gramza-Michałowska A, Królczyk JB. Optimization of extraction conditions for the antioxidant potential of different 17 varieties of pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Sustainability*.2020; 12 (4): 1305.
5. Yan Z. et al. Changes in bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds in pumpkin (*Cucurbita moschata*): A review. *Food Bioscience*. 2022; 47:101753.

6. Kulczyński B, Gramza-Michałowska A. The profile of carotenoids and other bioactive molecules in various pumpkin (*Cucurbita maxima* Duchesne) cultivars. *Molecules*. 2019; 24 (18): 3212.
7. Xiao HW, Le Pang C, Wang LH, Bai JW, Yang WX, Gao ZJ. Drying kinetics and quality of Monukka seedless grapes dried in an air-impingement jet dryer, *Biosyst. Eng.* 2010; 105: 233–240.
8. Abbas HMK. et al. Evaluation of Metabolites and Antioxidant Activity in Pumpkin Species. *Natural Product Communication*. 2020; 15 (4): 1-11.
9. Kulczyński B, Gramza-Michałowska A. The profile of secondary metabolites and other bioactive compounds in pumpkin cultivars *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita moschata*. *Molecules*. 2019; 24. 2945.
10. REDE PENSSAN. Grupo de Monitoramento. Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil – Vigisan 2020. Relatório de pesquisa. Rio de Janeiro, 2021.
11. ONU - Organização das Nações Unidas. Declaração Universal dos Direitos Humanos da ONU. Brasil tem mais de 21 milhões de pessoas que não têm o que comer todos os dias e 70,3 milhões em insegurança alimentar, diz ONU. **G1**, 12 de jul de 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2023/07/12/brasil-tem-101-milhoes-de-brasileiros-passando-fome-e-703-milhoes-em-inseguranca-alimentar-aponta-onu.ghtml>>. Acesso em 02 de out de 2023.
12. Miekus N. et al. Green Chemical Extractions of Carotenoids from *Daucus carota* L.-Supercritical Carbon Dioxide and Enzyme-Assisted Methods. *Molecules*. 2019; 24(23): 4339.
13. Bergantin C. et al. HPLC-UV/Vis-APCI-MS/MS Determination of Major Carotenoids and Their Bioaccessibility from "Delica" (*Cucurbita maxima*) and "Violina" (*Cucurbita moschata*) Pumpkins as Food Traceability Markers. *Molecules*. 2018; 23 (11): 2791.
14. Miljić M. et al. Comparison of in vitro antioxidant capacity and terpenoid profile of pumpkin pulps from a Serbian breeding collection of *Cucurbita maxima* and *Cucurbita moschata*. *Antioxidants*. 2021; 10 (10): 1580.
15. Smiderle L. Atividade Antioxidante, Polifenóis Totais, Carotenoides Totais, α - e β carotenos e Isômeros trans (E) e cis (Z) em Cultivares de Abóbora (*Cucurbita moschata*) Cruas e Cozidas. Dissertação (Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2013: 114.

16. Mokhtar M, Bouamar S, Di Lorenzo A, Temporini C, Daglia M, Riazi A. The Influence of Ripeness on the Phenolic Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Pumpkins (*Cucurbita moschata* Duchesne). *Molecules*. 2021; 26: 3623.
17. Sharma M, Bhat R. Extraction of Carotenoids from Pumpkin Peel and Pulp: Comparison between Innovative Green Extraction Technologies (Ultrasonic and Microwave-Assisted Extractions Using Corn Oil). *Foods*. 2021; 10: 787.
18. Gulala AK, Kruczek M, Smoleń IL, Kaszycki P. Antioxidants and Health-Beneficial Nutrients in Fruits of Eighteen *Cucurbita* Cultivars : Diversity Analysis and Dietary Implications. *Molecules*. 2020; 25 (8): 1792.
19. Ouyang M, Cao S, Huang Y, Wang Y. Phenolics and ascorbic acid in pumpkin (*Cucurbita maxima*) slices: effects of hot air drying and degradation kinetics. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2020; 15 (1): 1-9.
20. Enneb S. et al. Phytochemical profiles and nutritional composition of pumpkin (*Cucurbita moschata* D.) from Tunisia. *South African Journal of Botany*. 2020; 130: 165-171.
21. Hernández IA. et al. Surface enhanced Raman spectroscopy of phenolic antioxidants: a systematic evaluation of ferulic acid, p-coumaric acid, caffeic acid and sinapic acid. *Vibrational Spectroscopy*. 2017; 89: 113-122.
22. Noronha ADH, Vielmo GRR. Guardians of Creole Seeds. Building Knowledge for the Preservation of Agrobiodiversity by Family Farmers of Ibarama. Embrapa. 2017.
23. Borges RME. et al. Genetic divergence in pumpkin genotypes for qualitative and quantitative descriptors associated with the fruit. Petrolina: Embrapa Semiárido, (Embrapa Semiárido. Research and Development Bulletin 136). 2019: 25. Available: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1112623>.
24. Hussain A. et al. Determination of total phenolic, flavonoid, carotenoid and mineral contents in pumpkin (*Cucurbita maxima*) peel, pulp and seeds. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2021; 45 (6): 15542.
25. Vinayashree S, Prasanna V. Biochemical, nutritional and functional properties of protein isolate and fractions from pumpkin (*Cucurbita moschata* var. Kashi Harit) seeds. *Food Chemistry*. 2021; 340 (128177): 1-9.
26. Armesto J. et al. Nutritional characterization of Butternut squash (*Cucurbita moschata* D.): Effect of variety (Ariel vs. Pluto) and farming type (conventional vs. organic). *Food Research International*. 2020; 132 (109052): 1-9.



27. Hallmann E, Rembiałkowska E. Characterisation of antioxidant compounds in sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under organic and conventional growing systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2012; 92(12): 2409– 2415.
28. Ahmad G, Khan AA, Mohamed HI. Impact of low and high concentrations of soil modified with fly ash on the growth, physiological response and productivity of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. Ex Poiret L.). *Environmental Science and Pollution Research*. 2021; 28: 17068–17083.

PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE BIOSURFACTANTES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Adamirely Bezerra de Melo¹; Krause Gonçalves Silveira Albuquerque²; Mateus Ribeiro Costa³; Lúcia Raquel Ramos Berguer⁴; Gerla Castello Branco Chinelate⁵;

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPÉ, adamirelybezerra@gmail.com

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPÉ,
albuquerque.k.g.s@gmail.com

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPÉ,
mateusribeiro123@gmail.com

⁴Bolsista do Programa de Desenvolvimento da Pós-Graduação – CAPES/UFAPÉ,
luciaraquelryamosberger@gmail.com

⁵Docente do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPÉ,
gerla.chinelate@ufape.edu.br

Resumo: Os biossurfactantes são compostos notáveis devido à sua ampla gama de propriedades e aplicações industriais, derivadas de sua natureza anfifílica, que lhes confere características hidrofílicas e hidrofóbicas. O presente estudo trata-se de uma revisão narrativa, que consiste em uma ampla análise da literatura e tem como objetivo abordar a produção de biossurfactantes a partir de resíduos agroindústrias e seu potencial de uso na indústria de alimentos. Enquanto a maioria dos surfactantes comerciais são derivados de subprodutos do petróleo, a demanda por biossurfactantes está em ascensão devido a regulamentações ambientais mais rígidas e preocupações com o meio ambiente. Originados de bactérias, leveduras e fungos, esses compostos demonstram baixa toxicidade e biodegradabilidade, além de poderem ser produzidos a partir de fontes renováveis. Categorizados em grupos como glicolipídios, lipopeptídios e outros, os biossurfactantes podem diminuir a tensão superficial e interfacial, permitindo uma série de aplicações industriais como emulsificação, detergência, lubrificação, entre outras. Os resíduos agrícolas e industriais são substratos para a produção de biossurfactantes apresenta-se como uma estratégia promissora, não apenas para reduzir custos, mas também para promover a sustentabilidade. A partir do levantamento realizado foi possível identificar a possibilidade de produção de biossurfactantes a partir de resíduos agroindustriais de forma eficiente e com perspectivas econômicas e ambientais, sendo possível empregar no processo diferentes

resíduos e fungos para produção desse biocomposto. No que diz respeito ao emprego na indústria de alimentos, os biossurfactantes apresentam vasta gama de possibilidade, podendo ser usados como emulsificantes, umectantes, detergentes e lubrificantes.

Palavras-chave: Indústria; Resíduos; Sustentabilidade.

Abstract: Biosurfactants are notable compounds due to their wide range of properties and industrial applications, derived from their amphiphilic nature, which gives them hydrophilic and hydrophobic characteristics. The present study is a narrative review, which consists of a broad analysis of the literature and aims to address the production of biosurfactants from agro-industrial waste and their potential for use in the food industry. While most commercial surfactants are derived from petroleum byproducts, demand for biosurfactants is on the rise due to stricter environmental regulations and environmental concerns. Originating from bacteria, yeast and fungi, these compounds demonstrate low toxicity and biodegradability, in addition to being able to be produced from renewable sources. Categorized into groups such as glycolipids, lipopeptides and others, biosurfactants can reduce surface and interfacial tension, allowing a series of industrial applications such as emulsification, detergency, lubrication, among others. Agricultural and industrial waste as substrates for the production of biosurfactants presents itself as a promising strategy, not only to reduce costs, but also to promote sustainability. From the survey carried out, it was possible to identify the possibility of producing biosurfactants from agro-industrial waste efficiently and with economic and environmental perspectives, making it possible to use different waste and fungi in the process to produce this biocompound. With regard to use in the food industry, biosurfactants have a wide range of possibilities, and can be used as emulsifiers, humectants, detergents and lubricants.

Key- words: Industry; Waste; Sustainability.

INTRODUÇÃO

Os surfactantes são compostos de natureza anfifílica, que apresentam características hidrofílicas e hidrofóbicas, tornando-os essenciais em uma variedade de processos biotecnológicos. Sua porção hidrofílica pode assumir caráter iônico, não-iônico ou anfotérico, enquanto a parte hidrofóbica é geralmente composta por uma cadeia de hidrocarboneto. A maioria dos surfactantes disponíveis comercialmente tem suas origens em subprodutos do petróleo. No entanto, a crescente consciência ambiental e a preservação do meio ambiente têm impulsionado a demanda por biossurfactantes como alternativas viáveis (1).

Os surfactantes sintéticos, derivados do petróleo, podem ser prejudiciais ao ambiente devido à sua não biodegradabilidade e potencial toxicidade. Por outro lado, os biossurfactantes, de origem natural, são uma alternativa mais ecológica, são compostos que possuem propriedades semelhantes ao surfactante sintético, porém, destacam-se por sua baixa toxicidade, alta biodegradabilidade e especificidade, apresentam estabilidade significativa e podem ser produzidos a partir de fontes renováveis, que são alternativas promissoras e sustentáveis em diversos campos industriais, abrindo caminho para uma era de processos mais eficientes e ecologicamente conscientes (2,3).

Além disso, esses biopolímeros apresentam uma rápida degradação por microrganismos, tornando-os adequados para aplicações em biorremediação e no tratamento de resíduos em ambientes aquáticos e terrestres. Devido à preocupação crescente com reações alérgicas causadas por produtos sintéticos, os biossurfactantes estão ganhando destaque por sua baixa toxicidade permitindo seu uso em alimentos, cosméticos e produtos farmacêuticos, impulsionando sua demanda e aceitação no mercado (1).

Essas substâncias possuem a capacidade de diminuir a tensão superficial nas interfaces ar e água e interfacial nas interfaces óleo e água, além de apresentarem atividade emulsificante, estabilidade em condições extremas de pH, temperatura e salinidade e baixa toxicidade (4).

Entretanto, a produção dos biossurfactantes ainda não conseguem competir com a produção dos surfactantes comercializados atualmente. Desse modo, muitos estudos têm sido realizados para otimizar a produção de biossurfactantes por microrganismos reutilizando resíduos agroindustriais como fonte de nutrientes a ser usada no crescimento desses microrganismos (3).

A produção de biossurfactantes a partir de matérias-primas de fácil acesso, incluindo resíduos industriais, representa uma oportunidade viável. Em virtude da sua complexidade molecular e da presença de grupos funcionais específicos, os biossurfactantes manifestam características distintas em suas atividades, o que os torna notavelmente eficazes na eliminação de poluentes específicos (1).

O presente estudo trata-se de uma revisão narrativa, que consiste em uma ampla análise da literatura e tem como objetivo abordar a produção de biossurfactantes a partir de resíduos agroindústrias e seu potencial de uso na indústria de alimentos.

Composição química

Os biossurfactantes são classificados em grupos distintos, como glicolipídios, lipopeptídios, fosfolipídios, compostos poliméricos e lipídios neutros. Essa categorização é estabelecida com base na composição química e na origem microbiana, e pode ser afetada por fatores como a natureza do substrato, as concentrações de íons no meio de cultura e as condições de cultivo (5).

A maioria dos biossurfactantes exibe estruturas que podem ser aniônicas ou não iônicas, embora em certos casos seja possível identificar a presença de grupos hidrofílicos contendo nitrogênio, conferindo um caráter catiônico à molécula. Essas propriedades capacitam os biossurfactantes a diminuir a tensão superficial e interfacial, resultando na formação de microemulsões, onde hidrocarbonetos podem se dissolver em água. Tais características proporcionam um amplo espectro de potenciais aplicações industriais (3).

Em algumas instâncias, a célula microbiana pode exibir uma capacidade emulsificante considerável e se comportar como um biossurfactante. Nesse cenário, a ação solvente de hidrocarbonetos na superfície lipofílica da célula pode resultar na deterioração da integridade estrutural, o que acarreta na liberação dos componentes tensoativos para o meio circundante. No entanto, é importante ressaltar que somente os biossurfactantes de origem extracelular possuem a capacidade de reduzir a tensão superficial de uma fase aquosa (4).

Uma considerável parcela dos biossurfactantes microbianos é conhecida por apresentar uma estrutura predominantemente glicolipídica, marcada pela união de carboidratos e ácidos graxos de cadeia longa por meio de uma ligação glicosídica. Dentre os glicolipídios, os ramnolipídios, trealolipídios e soforolipídios têm sido amplamente investigados e detalhadamente documentados, destacando-se pela relevância de suas propriedades e aplicações em diferentes campos científicos e industriais. (4).

Reaproveitamento de resíduos agroindustriais para produção de biossurfactantes

Com a produção de bilhões de toneladas de resíduos provenientes de diversas indústrias gera impactos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana. A reutilização

desses resíduos como matéria-prima em processos biotecnológicos se revela uma opção vantajosa, reduzindo os custos de produção. Os resíduos agroindustriais são ricos em carboidratos, lipídeos e sais e apresentam potencial para a produção de biossurfactantes. Diversos resíduos têm sido testados para esse propósito, incluindo cascas de frutas como abacaxi, caju e maçã, além de subprodutos como soro de leite, revelando um potencial promissor para aplicações (1,2).

Tabela 1 - Estudos realizados sobre produção de biossurfactantes por microrganismos cultivados em meios a base de resíduos agroindustriais.

Resíduos	Microrganismos	Referências
Glicerol Bruto	<i>Bacillus sp.</i>	(8)
Óleo de soja residual e milhocina	<i>Streptomyces sp.</i> DPUA1566	(9)
Hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana	<i>Cutaneotrichosporon mucooides</i> UFMG-CM-Y6148	(10)
Casca de jatobá e milhocina	<i>Mucor circinelloides</i> UCP 0005	(11)
Casca de abacaxi	<i>Bacillus subtilis</i>	(12)
Casca de laranja	<i>Bacillus subtilis</i>	(5)
Sora e soro de leite	<i>Starmerella bombicola</i>	(13)

Fonte: A Tabela foi organizada pelos autores a partir da compilação de diferentes artigos disponíveis na literatura.

Na tabela 1, é possível analisar o processo de produção de biossurfactantes por microrganismos através de substratos naturais em especial de resíduos agroindustriais. A utilização desses resíduos agroindustriais é importante na seleção de substratos que oferecem o equilíbrio adequado de nutrientes, essenciais para sustentar o crescimento celular e a síntese dos compostos desejados. A escolha criteriosa desses substratos é fundamental para garantir um ambiente propício que favoreça a produção eficiente e econômica de biossurfactantes (2).

(5) Foi empregado um método que utilizou a casca de laranja como base para a produção de biossurfactantes por *Bacillus subtilis* em um ambiente de fermentação. Com

finalidade de comprovar a ação tensoativa do biossurfactante obtido a partir dos resíduos do processamento da casca de laranja. Seus resultados demonstraram claramente que os resíduos provenientes do processamento da casca de laranja representam um substrato promissor na produção de biossurfactantes utilizando o *Bacillus subtilis*.

A reutilização dos resíduos provenientes de frutas, incluindo cascas, polpa, sementes, proporciona benefícios substanciais, considerando sua rica composição química, que engloba elementos como pectina, fibras e carboidratos. Esses resíduos agroindustriais podem assegurar uma gestão sustentável por meio da otimização dos subprodutos da indústria agrícola (6).

Diversos tipos de microrganismos, como bactérias, leveduras e fungos filamentosos, têm sido comprovados como produtores de biossurfactantes, exibindo uma variação de estruturas moleculares. Entre as espécies e gêneros mais estudados estão *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Candida lipolytica*, *Candida bombicola*, entre outros. Os biossurfactantes surgem como uma alternativa viável para aumentar a solubilidade de substâncias hidrofóbicas, o que pode facilitar a liberação e a dissolução de hidrocarbonetos, com uma degradação mais eficiente desses compostos por organismos microscópicos (3).

Uma variedade de micro-organismos exibe a capacidade intrínseca de sintetizar biossurfactantes com estruturas moleculares distintas. Embora a maioria dos biossurfactantes conhecidos seja gerada em substratos insolúveis em água, como hidrocarbonetos sólidos e líquidos, óleos e gorduras, muitos deles também foram derivados de substratos solúveis ou de uma combinação desses. A produção dessa síntese metabólica secundária frequentemente ocorre durante a fase estacionária do crescimento microbiano, evidenciando a complexidade e a adaptabilidade dos processos biológicos subjacentes (4).

Aplicação como aditivo alimentar

A incorporação de bioemulsificantes na produção de alimentos confere propriedades importantes, que podem atuar como emulsificantes, agentes espumantes, umectantes e solubilizantes. Sua aplicação como emulsificantes é particularmente benéfica, facilitando o

processamento de matérias-primas e controlando a formação de aglomerados de gordura. Além disso, os bioemulsificantes desempenham um papel fundamental na estabilização de sistemas aerados, melhorando a consistência de produtos que contêm gordura (4).

(3) Trabalhou com a produção de um biossurfactante por *Candida bombicola* URM 3718 visando o uso como aditivo para sobremesas do tipo cupcake. O estudo evidenciou o potencial do biossurfactante como emulsificante em alimentos desprovidos de antioxidantes, sem apresentar qualquer citotoxicidade. Seus resultados destacam o potencial deste biossurfactante como aplicação na indústria alimentícia.

Os compostos bioativos de origem fúngica demonstram aplicações em uma variedade de setores industriais que tradicionalmente fazem uso de substâncias químicas surfactantes. O uso desses compostos bioativos apresenta vantagens potenciais em termos de eficácia e sustentabilidade (7).

CONCLUSÕES

Os biossurfactantes agem como emulsificação, detergentência e lubrificação até umectação, formação de espuma e solubilização de diferentes substâncias. Considerando a crescente demanda por práticas ecologicamente amigáveis na indústria, os biossurfactantes emergem como soluções viáveis e promissoras para impulsionar a sustentabilidade e eficiência nos processos industriais. Sua aplicação abrangente pode trazer impactos positivos em diversos setores, como a indústria de alimentos, melhorando a estabilidade de sistemas aerados e otimizando o processamento de produtos que contêm gordura.

A classificação distinta dos biossurfactantes, baseada em sua composição e origem microbiana, revela sua notável versatilidade no contexto industrial. O uso de resíduos agroindustriais como matéria-prima na produção de biossurfactantes não apenas demonstra eficiência econômica, mas também reflete uma abordagem ambientalmente responsável na gestão de resíduos.

REFERÊNCIAS

1. Marinho, P. S. da S.; SILVA, R. R. da; LUNA, J. M. de. Microbial biosurfactants and environmental applications: a narrative review. *Research, Society and Development*, (S. l.), v. 11, n. 12, 2022.
2. Nagy, Géssika Marçal. Produção de biossurfactante de baixo custo a partir de resíduos agroindustriais (dissertação) (Mestrado em Agronomia). Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2018.
3. Silva, Iverson Amaro da. Sobremesa farinácea tipo cupcake utilizando biossurfactante como emulsificante (dissertação) (Mestrado em Biotecnologia). Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2020.
4. Silva Oliveira T.; Santos, S. C. dos; Da Cruz Silva, S.; Viana Campos, A. C. Atividade antimicrobiana do biossurfactante produzido por *Pseudomonas* sp. CCMICS 105. *Scientia Plena*, (S. l.), v. 18, n. 1, 2022.
5. Rovina F, Ehrhardt DD, Tambourgi EB. Utilização do resíduo da casca de laranja para produção de biossurfactantes por *Bacillus subtilis*. *Scientia Plena*, (S. l.), v. 14, n. 4, 2018.
6. da Silva L. A. S.; de Oliveira V. C.; Mendes F. B. Principais aplicações dos resíduos da laranja e sua importância industrial.. *Acervomais.com*, v. 22, 2020.
7. Silva A. CS da, Santos PN dos, Silva TAL e, Andrade RFS, Campos-Takaki GM. Produção de biossurfactantes por fungos como alternativa sustentável. *Arq Inst Biol*, 2018.
8. Rulli, M. M., Alvarez, A., Fuentes, M. S., & Colin, V. L. Production of a microbial emulsifier with biotechnological potential for environmental applications (2019). *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*.
9. Santos, E. F., Teixeira, M. F. S., Converti, A., Porto, A. L. F., & Sarubbo, L. A. Production of a new lipoprotein biosurfactant by *Streptomyces* sp. DPUA1566 isolated from lichens collected in the Brazilian Amazon using agroindustry wastes. (2019). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 17.
10. Marcelino, P. R. F., Peres, G. F. D., Terán-Hilares, R., Pagnocca, F. C., Rosa, C. A., Lacerda, T. M., ... & Da Silva, S. S. Biosurfactants production by yeasts using sugarcane bagasse hemicellulosic hydrolysate as new sustainable alternative for lignocellulosic biorefineries. *Industrial Crops and Products* (2019).
11. Santiago, M. G.; Lins, U. M. de B. L.; Takaki, G. M. de C.; Filho, L. O. da C.; Andrade, R. F. da S. Produção de biossurfactante por *Mucor circinelloides* UCP 0005



usando novo meio de cultura formulado com cascas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). *Brazilian Journal of Development, (S. l.)*, v. 7, n. 5, p. 51292–51304, 2021.

12. Brasil, K. da S.; Santos, B. L.P.; Vieira, I. M. M.; Ramos, L. C.; Ruzene, D. S.; Silva, D. P.; Panorama da aplicação de resíduos de abacaxi na produção de biossurfactantes, DEPRO/UFS. (2023).
13. Afonso, L.; Silveira, V. A. I.; Caretta T. D. O.; Borsato, D.; Celligoi, M. A. P. C. Aplicação de subprodutos agroindustriais como fontes de nitrogênio para a produção de sofrorolipídios por *Starmerella bombicola*. *Brazilian Journal of Development, (S. l.)*, v. 6, n. 3, p. 14875–14887, 2020.

ASPECTOS E CARACTERÍSTICAS DO LEITE INSTÁVEL NÃO ÁCIDO (LINA): REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Layane de Lima Bezerra¹; Tainara de Brito Dourado²; Jacinta Silva Oliveira³; Gerla Castello Branco Chinelate⁴

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFape; E-mail:

layaneberrallim2612@gmail.com

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFape; E-mail:

tainaradourado1@gmail.com

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFape; E-mail:

jacintaoliveira.ufape@gmail.com

⁴Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFape;

Email: gerla.chinelate@ufape.edu.br

RESUMO

O termo qualidade do leite vem se tornado extenso em manifestar uma gama de atributos dessa matéria-prima, que por sua vez, tende a influenciar suas características nutricionais, o rendimento dos possíveis derivados e a inocuidade dos alimentos produzidos a partir do mesmo. O acometimento da qualidade do leite pode ocorrer por diversos fatores, entre os quais evidenciam-se: fatores ambientais, como o estresse ao animal, a condução para a ordenha e o clima; fatores fisiológicos, tais como o estágio de lactação, a idade do animal e a gestação; fatores extrínsecos, a exemplo a contaminação bacteriana (mastite); fatores genéticos, a raça e a espécie; fatores nutricionais, como a alimentação e a dieta do animal, entre outros. Ou seja, a qualidade do leite é determinada a partir de um conjunto de ações, realizadas durante toda a cadeia produtiva, indo desde os processos de nutrição dos animais até a obtenção e acondicionamento do produto. Sendo assim, essa revisão bibliográfica teve como objetivo apresentar o leite instável não ácido (LINA), descrever metodologias de diagnóstico (rápidos e detalhados) e apontar possíveis consequências (negativas, positivas) para a industrialização deste leite. Assim, toda a pesquisa foi realizada de forma online. As referências bibliográficas foram obtidas a partir das bases de dados do Google Acadêmico e do Scielo procurando palavras-chave como leite, lina e qualidade. Dessa forma, os dados da literatura evidenciam os aspectos e as características do leite instável não ácido.

Palavras-chaves: leite; lina; qualidade

INTRODUÇÃO

A matéria-prima leite, é reconhecido por ser um alimentos rico e completo em termos de valores nutricionais, o que favorece o consumo desse alimento por parte da população como fonte de nutrientes essenciais incluídos em uma dieta, à exemplo: proteína, cálcio, zinco, água, lactose, gordura e entre outros. O leite instável não-ácido conhecido como LINA, pode ser diagnosticado em rebanhos leiteiros de variadas raças e espécies em que irá se caracterizar por causar alterações nas propriedades físico-químicas da matéria-prima. A principal alteração de rápida detecção é a perda da estabilidade das caseínas ao teste do álcool, o que irá resultar na coagulação ou na precipitação positiva no leite, mas sem haver um aumento da acidez do leite (1).

Esse teste é realizado para conduzir a comprovação do estado LINA, o teste do álcool, quando positivo se dá um processo diferente por não ser uma matéria-prima adequada para processos de beneficiamento (2). Segundo a legislação, o leite que apresenta essa característica de precipitação ou coagulação após o teste, não deve ser conduzido para a indústria, uma vez que a avaliação denota a estabilidade da matéria-prima ao tratamento térmico pré beneficiamento.

Os primeiros dados registrados sobre coagulação do leite sob o teste do Alizarol/Álcool se deram na Holanda, no ano de 1930. Porém, esse tipo de alteração também foram identificadas e registradas em outros países, tais quais como no Irã (3), em Cuba (4), no Uruguai (5), Argentina (6), Japão (7), Itália (8), Bolívia (9) e no Chile (10).

Segundo a Instrução Normativa MAPA - 76, de 26/11/2018, Art. 5º (11) O leite cru refrigerado deve atender aos seguintes parâmetros físico-químicos: teor mínimo de gordura de 3,0g/100g; teor mínimo de proteína total de 2,9g/100g; teor mínimo de lactose anidra de 4,3g/100g; teor mínimo de sólidos não gordurosos de 8,4g/100g; teor mínimo de sólidos totais de 11,4g/100g; acidez titulável entre 0,14 e 0,18 expressa em gramas de ácido láctico/100 mL; estabilidade ao alizarol na concentração mínima de 72% v/v ; densidade relativa a 15°C/ 15°C entre 1,028 e 1,034; índice crioscópico entre -0,530°H e -0,555°H, equivalentes a -0,512°C e a -0,536°C, respectivamente.

O objetivo deste trabalho através de uma revisão bibliográfica consiste em apresentar o leite instável não ácido (LINA), descrever metodologias de diagnóstico (rápidos e detalhados) e apontar possíveis consequências (negativas, positivas) para a industrialização deste leite.

METODOLOGIA

No presente estudo foi realizada uma revisão bibliográfica de trabalhos relacionados ao leite lina e suas propriedades ao que diz respeito a qualidade, através de plataformas como Google Acadêmico e Scielo. Na pesquisa foram utilizadas combinações de palavras-chaves que são: Leite, Lina e Qualidade, das quais obteve-se 16 trabalhos, que estes atenderam ao que diz respeito ao critério de exclusão por falarem diretamente o que era leite lina e análises efetuadas para detecção.

O QUE É O LEITE LINA?

O leite instável não ácido, que também pode ser chamado de LINA, se trata de uma alteração na qualidade do leite devido uma desconformidade durante a cadeia produtiva do mesmo. Esse leite tem como principal característica a alteração da perda de estabilidade da

proteína caseína ao teste do Alizarol/Álcool o que irá resultar em uma coagulação do leite, no entanto, sua acidez irá se manter dentro do padrão, sem aumento da mesma (acima de 18°D). Na tabela 1 é possível observar os valores médios que diferenciam o leite normal do leite LINA quanto aos seus aspectos físico-químicos.

Tabela 1 – Valores médios para o leite normal e o LINA quanto aos aspectos físico-químicos

Composição	Normal	LINA
Gordura (%)	3,52	3,62
Proteína (%)	3,06	3,03
Lactose (%)	4,42	4,32
Extrato Seco Total (%)	11,91	11,91
Acidez titulável (%)	16,79	15,81
Crioscopia (%)	-0,544	-0,544
Contagem de Células Somáticas (cel/mL x 1.000)	401	463

Fonte: Zanela (2004).

FATORES QUE PROVOCAM O LINA

Os motivos que acometem essa característica de instabilidade ao leite denominado LINA ainda não estão muito bem comprovadas visto que existem diversos fatores que podem indicar e resultar nesse desequilíbrio na cadeia produtiva do leite entre os quais pode-se citar: as silagens que com um determinado aumento em seu grau de teor de fibra em que possa exceder uma determinada concentração proteica, pode gerar fatores capazes de alterar o equilíbrio do cálcio-magnésio, podendo assim gerar resultados em reações positivas ao teste do álcool. Segundo Barros (12), as instabilidades acarretadas no leite tem estado ligada a dietas/nutrição ou pastos ricos em cálcio, com deficiências minerais (Ca, P, Mg) e a transformações repentinas na vida alimentar do rebanho.

Outros possíveis fatores podem se tratar de como acontece a agitação do leite, em alguns estudos precedentes apontam que a agitação inapropriada do leite no tanque de resfriamento pode interceder no resultado do teste do álcool/alizarol e influenciar na caracterização do LINA (13).

Outro fator relevante diz respeito a concentração do álcool utilizada, quanto maior for a quantidade de concentração do álcool utilizado (72%, 74%, 76%, 78%, 80%...), maior é a ação que o álcool provoca sobre a caseína do leite de modo que irá desidratar está, por isso, maior uma probabilidade de ocorrência do LINA.

As vacas em seu começo de lactação (14) costumam apresentar uma certa redução na estabilidade térmica assim como também aquelas vacas que estão em um estágio lactacional mais avançado irá apresentar uma maior incidência de UNA, embora sejam muito bem alimentadas e não constarem contaminação por mastite, o que pode ser também associado aos altos teores de cálcio iônico presente no leite (14) (15).

MÉTODOS DE DETECÇÃO

Teste Alizarol/Álcool

Ponce & Hernandez (16) argumentam que, em casos de cenários de síndrome do leite anormal (SILA), os aspectos que limitam a energia disponível presentes no tecido epitelial mamário interfere na secreção e na síntese dos elementos lácteos, levando assim a uma determinada instabilidade. Esses autores designaram o SILA a uma série de modificações nas propriedades físico-químicas do leite, que ocasiona disfunção durante o processo de elaboração dos derivados, como também acomete a qualidade final dos produtos lácteos, que por sua vez associam-se também a disfunções fisiológicas, metabólicas e nutricionais. Logo, para determinar um episódio de caso SILA, o teste do álcool precisa ser positivo e também a acidez titulável precisa constar inferior a 13°D (Dornic), ou o pH precisa ser maior. Já no caso do LINA, a acidez titulável precisa apresentar uma acidez igual ou inferior a 18°D (Dornic), com a maioria das amostras de um determinado lote dentro do resultado padrão que a acidez está em uma faixa de 14-18°D (Dornic) (2).

Uma das primeiras medidas tomadas quando acontece um episódio de o leite ser rejeitado pelo seu transportador (quando acontece de o leite obter resultado positivo na avaliação e no teste do álcool) é logo diferenciar se esse episódio de possível acidez é realmente um caso de LINA ou um leite ácido verdadeiramente. O LINA não é um leite ácido. Os fatores que acarretam esse desequilíbrio são diferentes e as opções de soluções dos possíveis problemas também são.

As alíquotas de amostras que identificam resultados positivos para o teste de álcool são submetidas ao teste de acidez titulável (Dornic), através da titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 N, e também usa-se a solução alcoólica de fenolftaleína a 1% como indicador (17). Apenas aqueles com a titulação menor ou igual à 18° Dornic, serão considerados com o desequilíbrio do LINA.

Para detecção do LINA é necessário realizar o teste do alizarol e o de acidez titulável (Dornic), testes comumente utilizados para testagem de qualidade do leite, esses testes são os mais utilizados por possuir um baixo custo financeiramente principalmente para as indústrias alimentícias e são de rápido resultado. O teste do alizarol costuma ser realizado logo após a ordenha e depois que o leite passa pelo resfriamento, ou seja, o leite é testado na propriedade rural produzida e ao chegar na indústria. Porém, vale ressaltar que é preciso de alguns cuidados, pois, caso o teste do álcool seja realizado mediante após a ordenha pode causar um falso positivo devido ao leite possuir a presença de gás carbônico naturalmente.

O teste do álcool/alizarol consiste em homogeneizar quantidades iguais de álcool 72% e leite, o qual quando homogeneizado, de acordo com sua qualidade irá formar ou não grumos de coagulação.

A adição de etanol ao leite intervém em algumas modificações nas estruturas das micelas de caseína (proteína), como por exemplo uma debilidade na camada de κ -caseína, uma certa redução na carga micelar e a precipitação do fosfato de cálcio, que ajudam para a diminuição na estabilidade micelar da κ -caseína, com uma consequência de coagulação (18).

Teste de Acidez

Segundo Pereira (19), os testes para avaliação e verificação da acidez presente no leite são os valores de pH e também a acidez titulável em graus Dornic (°D). O teste da acidez titulável tem como propósito a detecção nos aumentos da concentração de ácido láctico, quando esse ácido é gerado através do processo de fermentação realizado pela lactose por meio de bactérias mesófilas que são microrganismos responsáveis por o processo de fermentação e que geralmente acontece por meio de falta de higiene e de refrigeração na linha produtiva do leite que pode vir a ter como consequência, uma indicação da qualidade microbiológica inadequada da matéria prima (3).

O leite, logo após a sua obtenção, apresenta uma reação rapidamente ácida devido à presença de seus componentes característicos. Essa acidez denominada natural ou aparente, é motivada pela presença da proteína albumina (1°D), pelos citratos (1°D), pelo dióxido de carbono (1°D), pelas caseínas (5 a 6°D) e pelos fosfatos (5°D). Esses componentes normais que estão presentes no leite designam uma acidez de aproximadamente 13 a 14°D (20).

A acidez obtida, desenvolvida, ou real, compõe uma soma da acidez denominada de acidez natural juntamente com o auxílio dos ácidos que foram resultantes da fermentação da lactose através do ácido láctico, do ácido acético, do ácido fórmico, do ácido butírico e entre outros presentes no leite. Há um aumento rápido no momento em que o leite é adquirido sob condições de higiene precárias e é mantido sob altas temperaturas com tempo suficiente para aderir a proliferação dos microrganismos da flora bacteriana natural presente no leite e dos microrganismos adquiridos por meio de contaminações cruzadas (21).

Segundo Fonseca (2), as condições de higiene quando em estado precários tem como consequência a manifestação da proliferação de bactérias mesófilas incluídas nos gêneros *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus* e também em algumas enterobactérias (que são uma família de bacilos gram-negativos) que contribuem para fermentação da lactose, resultando na produção do ácido láctico e na diminuição do pH do leite. A acidificação acarreta na desestruturação das micelas de caseína e formação de coágulo. Este é um dos problemas detectados com maior frequência em nível de plataforma nas indústrias de laticínios.

FLUXOGRAMA PARA DIAGNÓSTICO DO LINA

Na figura 1 a seguir, mostra todo o passo a passo a passo de como é realizado o diagnóstico do leite LINA através do alizarol.

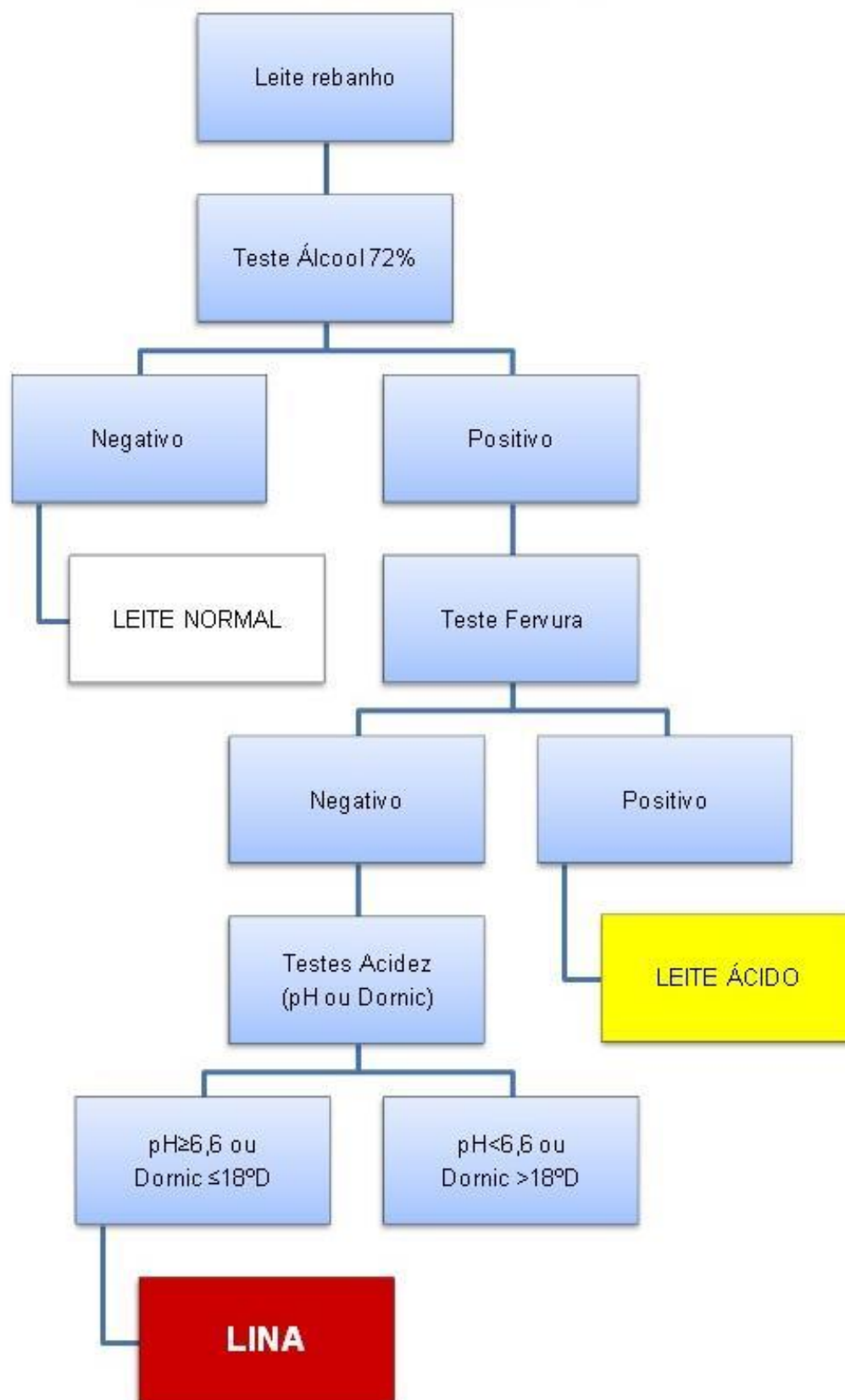


Figura 1: Fluxograma de diagnóstico do LINA.

Fonte: ZANELA (2004).

LEITE LINA NA INDÚSTRIA

Alguns pontos sobre a utilização do LINA na indústria alimentícia em específico os laticínios precisam ser avaliados, pois, esse tipo de leite pode acarretar em um menor rendimento no processamento industrial do leite e seus derivados, uma vez que este tipo de leite pode apresentar menores teores de lactose, proteína e em algumas situações gordura (22).

Entretanto, Ribeiro (23) desenvolveu um experimento em que o leite adquirido e de vacas da raça Jersey resultando em pontos positivos e negativos ao álcool 76%, foi submetido ao processamento de produção do iogurte batido. Esses autores não identificaram nenhum tipo de modificações de grandes relevâncias ao longo do tempo de sua fermentação, pH e aderência do iogurte batido produzido fazendo uso do LINA em sua composição. Costabel (24) aproveitou o leite que apresentava uma certa instabilidade ao álcool 72% e 80% durante seu processo industrial de queijo e notou que a porcentagem de permanência de proteína presente no coágulo foi mais presente nas amostras que foi identificado uma instabilidade ao álcool 72%. As amostras que se apresentaram instáveis ao álcool 80% obtiveram uma porcentagem de retenção de gordura e sólidos totais mais elevada. No entanto, isso não possibilitou grandes mudanças no quesito rendimento industrial e não foram observadas alterações de grandes impactos significativos entre a produção de queijo com amostras positivas e negativas ao teste do álcool a 72% e 80%. Desta maneira, vale salientar que o tipo de leite LINA pode ser utilizado na produção de produtos lácteos, pois este tipo de leite não apresenta problemas, riscos, a saúde pública.

Regularmente, o leite tipo LINA aponta um baixo tempo de coagulação e baixo rendimento no setor queijeiro. Logo, o aproveitamento do LINA poderia ser envolvido nos produtos de fabricação de menores exigências em termos de estabilidade térmica, porém proporcionando seu benefício por parte da indústria.

CONCLUSÕES

Dessa forma, pode-se dizer que os artigos utilizados foram de suma importância para a elaboração desta revisão bibliográfica, estes apresentam o Leite Instável Não Ácido, LINA, como uma matéria-prima que apesar de apresentar um referido desequilíbrio em sua estabilidade, possui características positivas a seu favor, salientando as formas de avaliação desse tipo de leite que caracterizam-se como testes rápidos, eficazes em determinar seus resultados e de baixo custo financeiro, tornando-se de grande interesse para as indústrias de alimentos atualmente. Evidenciando que as indústrias alimentícias estão em busca cada vez mais da otimização de processos, o baixo custo e uma boa qualidade de seus produtos. Logo, mostrou-se de grande importância que seja averiguado, quando for necessário, ao se deparar com uma precipitação ou coagulação presente no leite, pois este pode se tratar de um LINA. Foi também observado ao longo do presente trabalho que o LINA proporciona a fabricação de produtos, porém, os mais indicados são aqueles que não necessitam de mudanças bruscas em termos de estabilidade térmica, visto que este tipo de leite possui uma característica coagulante mais intensa.

AGRADECIMENTOS

Diante de toda realização e das experiências vividas no decorrer deste trabalho, agradeço primeiramente a Deus por toda sabedoria concedida e aos meus amigos e colaboradores, Tainara de Brito Dourado, Jacinta Silva Oliveira e a minha orientadora Prof^a. Dra. Gerla Castello Branco Chinelate por todo apoio e trocas de experiência. Agradeço também a UFAPE e ao GPLac.

REFERÊNCIAS

1. Maira Z. Caracterização do leite produzido no Rio Grande do sul, ocorrência de indução experimental do Leite Instável Não Ácido (LINA). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas. 2004.
2. Fonseca LFL, Santos MV. Qualidade do leite e controle da mastite. 2000; 175.
3. Sobhani S, Valizadeh R., Naserian A. Alcohol stability of milk and its relation to milk and blood composition in Holstein dairy cows. 1998;80.
4. Ponce P. Caracterização da síndrome do leite anormal: um enfoque das suas possíveis causas e correção. 1999;61-76.
5. Barros L, Denis N, González O, Galain C. Prueba del alcohol en leche y relación con calcio iónico. 1999;9:315-318.
6. Negri L, Chavez M, Taverna M, Roberts L, Speranza J. Factores que afectan la estabilidad térmica y la prueba de alcohol en leche cruda de calidad higiénica adecuada. 2001.
7. Yoshida S. Studies in the Utrecht abnormality of milk in the Miyuki Dairy Farm. 1980;19:39-54.
8. Pecorari M, Fossa E, Avanzini G, Marian P. Milk with abnormal coagulation: acidity, chemical composition and observation on the metabolic profile of the cow. *Scienza e Tecnica Lattiero Casiare*. 1984;XXXV:263-278.
9. Alderson E. Small scale milk collection and processing in developing countries. FAO, 2000.
10. Barchiesi FCG, William SPA, Salvogarrido SI. Inestabilidad de la leche asociada a componentes lácteos y estacionalidad en vacas a pastoreo. 2007;42:1785-1791.
11. Brasil. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Dispões de 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. 30 nov 2018; Seção 1: 9.
12. Barros L. Transtornos metabólicos que afetam a qualidade do leite. In: Uso do leite para monitorar a nutrição e metabolismo de vacas leiteiras. 2001:44-57.
 13. Angelo IDV, Zanela MB, Ribeiro MER. Efeito da homogeneização no Leite Instável Não Ácido. 2017.
 14. Tsioulpas A, Lewis MJ, Grandison AS. Effect of minerals on casein micelle stability of cows' milk. Journal of Dairy Research. 2007;74:167-173.
 15. Lewis MJ. The measurement and significance of ionic calcium in milk - review. International Journal of Dairy Technology. 2011;64:1-13.
 16. Ponce PC, Hernández R. Propriedades físico-químicas do leite e sua associação com transtornos metabólicos e alterações na glândula mamária In: Uso do leite para monitorar a nutrição e metabolismo de vacas leiteiras. González, Porto Alegre: 2001.
 17. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 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 DF, 14 dez. 2006; Seção 1: 8.
 18. O Connell JE, Saracino P, Huppertz T, Uniake T, De Kruif CG, Kelly A L, Fox P F. Influence of ethanol on the rennet-induced coagulation of milk. J Dairy Res. 2006;73:312-317.
 19. Pereira DBC, Silva PHF, Costa Jr, Oliveira LL. Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos. 2001;250.
 20. Velloso CRV. Noções básicas da acidez In: Brito JRF, Dias JC. (Ed.) A qualidade do leite. 2008;91- 98.
 21. Marques LT. et al. Ocorrência do leite instável ao álcool 76% e não ácido (LINA) e efeitos sobre os aspectos físico-químicos do leite. 2007;13:91-97.
 22. Fischer V, Ribeiro MER, Zanela MB, Marques LT, Abre AS, Machado SC, Fruscalso, V, Barbosa RS, Stumpf MT. Leite instável não ácido: um problema solucionável. 2012;13:838-849.
 23. Ribeiro MER, Krolow ACR, Barbosa RS. et al. Ensaio preliminares sobre o efeito do Leite Instável Não Ácido (LINA) na industrialização do iogurte batido. Goiânia-GO. In: 9º Congresso Brasileiro de Qualidade do Leite. 2006.



24. Costabel LM, Cuatrin AL, Paez RB, Taverna MA, Walter G, Campos SN, Robledo M, Adorni B. Estudio de la relación entre aptitud a la coagulación por cuajo y prueba de alcohol en muestras de leche de vacas individuales. In: Conferencia Internacional de Leite Instável. 2009; I.

PRODUÇÃO DE PIGMENTOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS *Monascus purpureus* CCT 3802 UTILIZANDO PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica* Mill) COMO SUBSTRATO

Élida Karla da Silva¹; Girlaine Estéfane Cansação de Almeida²;
Marta Karolina de Melo Silva²; Keila Aparecida Moreira³
Daniele Silva Ribeiro⁴

¹ Engenheira de Alimentos; ² Estudantes do Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE; E-mail: gialmeida607@gmail.com

³ Professora Dr.^a no Medicina Veterinária da UFAPE; ⁴ Professora Dr.^a no Curso de Engenharia de Alimentos da UFAPE

Resumo: Os pigmentos naturais tem como fontes insetos, plantas e microrganismos. Pesquisas têm sido realizadas utilizando espécies de fungos filamentosos focando em substratos de baixo custo para produção de pigmentos, sendo o gênero *Monascus* um dos mais utilizados para este fim. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial da palma forrageira, *Opuntia ficus-indica* Mill, como substrato para produção de pigmentos vermelhos pela cepa *Monascus purpureus* CCT 3802, bem como a influência de nitrogênio no meio e a capacidade antioxidante dos extratos fúngico obtidos. Foi realizada a caracterização físico-química da palma, em seguida foi obtida uma solução aquosa para empregá-la como substrato, o qual foi suplementado com fontes externas de nitrogênio, glutamato monossódico e glicina. A fermentação seguiu um planejamento fatorial completo 2³, por 7 dias a 30 °C, 160 rpm e na ausência de luz. Posteriormente, realizou-se uma otimização do processo através um Delineamento Composto Central, 2². A quantificação dos pigmentos foi realizada por espectrofotometria a 510_{nm} e a capacidade antioxidante pela captura dos radicais ABTS e DPPH. Foi obtido um alto teor de carboidratos não fibrosos (58,50%) e fibra total (31,23%), demonstrando o potencial nutricional que a palma possui para contribuir na produção de pigmentos. A melhor produção de pigmentos (1,689 UA₅₁₀) se deu em cultivos onde havia maiores concentrações de palma forrageira e glutamato monossódico. Demonstrando que este substrato de baixo custo tem grande relevância para a produção de pigmentos vermelhos, podendo estes serem aplicados como corantes naturais em alimentos.

Palavras-chave: Bioatividade, Pigmentos *Monascus*; *Opuntia ficus-indica* Mill

INTRODUÇÃO

A cor é um atributo sensorial primordial para atrair a atenção dos consumidores, estando a mesma relacionada com a qualidade do produto e, até mesmo, com o seu sabor. Assim, é um critério estimulante ou inibidor na compra de um alimento. (1)

Em detrimento ao uso de corantes sintéticos, devido às alegações de malefícios à saúde, a aplicação de corantes naturais em alimentos vem se destacando, além de contribuir para a coloração do produto, os mesmos são capazes de atribuir características benéficas à saúde

de quem o consome, como ação antioxidantes e anti-inflamatórias. Tais fatores são relevantes para o desenvolvimento de pesquisas, em virtude da crescente demanda do mercado alimentício por alimentos que contribuam para a saúde humana. (2)

Os pigmentos naturais podem ser originários de diversas fontes como plantas, frutos, insetos e microrganismos, este último vem sendo um objeto de estudo em destaque nos últimos anos, devido a seus variados meios de produção, segurança e estabilidade.

A utilização de fungos filamentosos na produção de corantes voltada para aplicação em alimentos vem de estudos seculares de países do Oriente, tais como Japão, China, Indonésia e um dos fungos mais utilizados e pesquisados para este fim é o gênero *Monascus*, sendo os pigmentos obtidos, tradicionalmente, a partir da fermentação do arroz. As espécies deste gênero possuem a característica de produzir metabólitos secundários, de estruturas policetídicas, com a pigmentação amarela, laranja e vermelha, tendo uma estabilidade de pH entre 2-10 e suportando temperaturas de autoclavagem. (3;4)

Além dos pigmentos, compostos com propriedades bioativas tais como antioxidante, antimicrobiana, antidiabéticas, anticolesterolêmico (Lovastatina), também já foram, comprovadas em espécies deste gênero. (5;6)

A produção de pigmentos depende de alguns fatores, como o substrato e condições de cultivo, podendo ser em fermentação sólida ou submersa, a fermentação submersa, que consistem na utilização de microrganismos que tem seu desenvolvimento em um meio líquido, este processo permite amplo controle sobre o processo, monitorando pH, temperatura, produção de pigmentos, capacidade antioxidante, dentre outros. (7)

Ademais, a fonte de nitrogênio no meio de cultivo tem um efeito significativo na produção de pigmentos, uma vez que a fonte de nitrogênio adequada auxilia na solubilização e no desenvolvimento do pigmento no meio de cultivo. (7;8)

Outro fator de interesse é que o fungo *Monascus* tem um desenvolvimento favorável em resíduos agroindustriais, nesse contexto, o semiárido nordestino dispõe de uma fonte ainda não explorada para fins de produção biotecnológica de pigmentos, a palma forrageira. Com mecanismos fisiológicos que a deixam com uma fácil adaptação às condições climáticas das regiões áridas e semiáridas, tornando-se uma matéria prima de baixo custo em potencial. Assim, são escassas as pesquisas de sua aplicação na área de alimentação humana e biotecnologia, no entanto é uma ótima fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos. (9;10; 11)

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial da palma forrageira *Opuntia ficus-indica* Mill como substrato principal, para produção de pigmentos vermelhos pela cepa *Monascus purpureus* CCT 3802, bem como a influência de outras fontes de nitrogênio no meio e a capacidade antioxidante dos extratos fúngicos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Laboratórios de Apoio à Pesquisa da Unidade Acadêmica de Garanhuns (CENLAG), na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), no Laboratório de Biotecnologia.

Microrganismo

A cepa *Monascus purpureus* CCT 3802 foi obtida pela Fundação André Tosello de Pesquisa e Tecnologia. A cultura estoque foi mantida em tubos inclinados contendo meio estéril BDA (Batata Dextrose Ágar) a 4° C e repicada periodicamente.

Obtenção e Caracterização do substrato

A palma *Opuntia ficus-indica* Mill (gigante ou graúda) utilizada nas análises foi adquirida no município de Garanhuns – PE, a mesma foi encaminhada para o laboratório, onde ocorreu sua identificação por pesquisadores do curso de Agronomia, para posterior preparo dos substratos. O material foi devidamente higienizado com água corrente, cortado e triturado com água potável, na proporção 1:4 (m/v), seguido de armazenamento sob congelamento, em torno de -18 °C, até o momento do uso.

Todas as análises físico-químicas das palmas foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e no Laboratório de Nutrição Animal, da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, acidez total titulável, resíduo mineral fixo (cinzas) através da metodologia de Adolfo Lutz (2008) sendo todas as análises realizadas em triplicata para uma maior confiabilidade dos resultados.

Preparo do inóculo e condições de fermentação

Para obtenção do inóculo para fermentação, após sete dias de incubação, em meio BDA a 30 °C, os esporos da cepa *Monascus purpureus* CCT 3802 foram suspensos em 20 mL de solução estéril de Tween 80 0,3 % (v/v), a solução conteve esporos padronizados em 10⁶ esporos mL⁻¹.

As concentrações dos substratos foram determinadas a partir de delineamento experimental, em seguida submetidos a tratamento térmico, 121 °C por 15 minutos. Foram fixados os parâmetros de temperatura (30° C), rotação (160 rpm), duração (7 dias), e a fermentação transcorreu na ausência de luz.

Delineamento experimental

Para verificar a influência da palma, glutamato monossódico e glicina na atividade de produção de pigmentos e compostos bioativos pelo fungo *Monascus purpureus*, foi realizado um planejamento fatorial completo 2³ com quatro pontos centrais (Tabela 1).

Através dos resultados encontrados com o primeiro planejamento, foi realizado um novo planejamento, o Delineamento Composto Central (DCC), foi montado com as variáveis significantes (p<0,05), observadas no planejamento fatorial 2³ que avaliou a produção de pigmentos vermelhos. A codificação dos pontos axiais altos e baixos foi representada por +1,41 e -1,41 respectivamente. E para níveis altos, baixos e central, +1, -1 e 0.

Tabela 1 - Fatores do planejamento fatorial completo 2³ e DCC com palma forrageira, suplementado com GMS e glicina para a produção de pigmentos por *Monascus purpureus*.

Variáveis independentes estudadas	Níveis fatoriais 2 ³			Níveis DCC 2 ²				
	(-1)	(0)	(+ 1)	-1,41	-1	0	+1	+1,41
Palma Forrageira (%)	20	35	50	40	46	60	74	80

Glutamato Monossódico (GMS) (g/L)	0	5	10	5	7	10	13	15
Glicina (g/L)	0	5	10	-	-	-	-	-

Fonte: Silva, 2020.

Quantificação dos pigmentos extracelulares e determinação do pH

O meio fermentado foi filtrado sob vácuo utilizando papel filtro quantitativo (C40, faixa branca, 125 nm, Unifil). O sobrenadante foi centrifugado a 4.500 x g por 20 min, em seguida, aferido o pH final. A produção dos pigmentos extracelulares pela cepa *Monascus purpureus* CCT 3802 foi expressa em Unidade de Absorbância (UA) utilizando o espectrofotômetro, no comprimento de onda de 510 nm.

Capacidade Antioxidante

Determinação por ABTS •+

Para a determinação da capacidade antioxidante *in vitro*, de acordo com o método de captura do radical ABTS (2,2-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico), a metodologia foi descrita por Tseng *et al.* (2006), com modificações. O ABTS•⁺ foi formado a partir da reação de soluções aquosas de 7 mM de ABTS e 2,45 mM de persulfato de potássio (1:1 v/v) por 16 h, à temperatura ambiente e na ausência de luz. Transcorrido esse tempo, a solução radical ABTS foi padronizada para uma absorbância de 0,700 (± 0,05), a 734 nm. Alíquotas de 0,5 mL da amostra diluída (quantas vezes necessária) foram adicionadas em tubos de ensaio com 3,5 mL da solução do radical ABTS e em seguida a mistura foi lida a 734 nm, após 6 min no escuro. Um controle negativo foi preparado, com a utilização da água destilada no lugar da amostra. Todos os ensaios ocorreram em triplicata. A atividade antioxidante foi calculada em relação à atividade de eliminação do radical (%), de acordo com a Equação 1:

$$\text{Atividade antioxidante ABTS}\bullet^{+} (\%) = ((A_{\text{controle}} - A_{\text{amostra}}) / A_{\text{controle}}) \times 100 \text{ Eq. 1}$$

Onde, A_{controle} representou a absorbância do controle negativo, utilizando água destilada no lugar da amostra e A_{amostra} foi a absorbância dos ensaios contendo os extratos de pigmentos *Monascus*.

Determinação por DPPH•

Para a determinação da capacidade antioxidante *in vitro*, de acordo com o método de captura do radical DPPH• (1,1-difenil-2-picrilhidrazil). A mistura reacional consistiu em 3,5 mL de DPPH• 0,1 mM em metanol P.A. e de alíquotas de 0,5 mL dos extratos de pigmentos *Monascus* diluídos. A absorbância da mistura foi medida a 517 nm após 30 min de reação no escuro. Todos os ensaios ocorreram em triplicata. A atividade antioxidante foi calculada em relação à atividade de eliminação do radical (%), de acordo com a equação já citada anteriormente.

Análise estatística

A partir do planejamento estatístico, os resultados obtidos foram processados no software Statistica 7.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA), para indicar os efeitos estatisticamente significativos ($p < 0,05$) e o ajuste do modelo aos dados experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização físico-química da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill)

A palma forrageira, foi caracterizada para avaliar sua composição físico-química (Tabela 2).

Tabela 2 - Caracterização físico-química da *Opuntia ficus-indica* Mill

Análises	Resultados
Resíduo Mineral Fixo (%)	0,24±0,03
Acidez Total Titulável (mL)	0,03±0,01
pH	5,02±0,00
Proteínas (%)	6,17±0,5
Gordura (%)	3,98±0,007
Fibra Total (%)	31,23±2,05
Carboidrato Não Fibroso (%)	58,50±0,00

Fonte: silva, 2020.

Em relação aos parâmetros para caracterização físico-química, o resultado do resíduo mineral fixo da palma gigante foi de 0,24±0,03, apresentando-se inferior ao resultado encontrado por (12) de 1,19±0,18, esta variação ocorre devido a variação dos meios de cultivos da palma forrageira, que interfere diretamente em sua composição. A determinação dos resíduos minerais fixos fornece uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais, sendo um ponto de partida para análises de minerais específicos os quais são importantes para o desenvolvimento metabólico do fungo *Monascus*.

Quanto ao dado encontrado sobre a acidez da palma gigante, 0,03±0,01, evidencia-se um resultado próximo ao encontrado por (13), que foi entre 0,19±0,3. Segundo [14], “a acidez da palma sofre modificações ao longo do dia e da noite, dessa forma o momento do corte pode alterar este parâmetro, encontrando-se um maior teor de acidez no início da manhã e menor no final da tarde.” Como a palma utilizada nesse experimento foi colhida ao entardecer, assim o nível de acidez encontrado pode ser justificado.

Observa-se que o valor de pH da palma gigante, 5,02±0, foi bem próximo ao encontrado por (15) onde foi encontrado pH de 3,9 a 5,5. A variação de pH pode estar relacionada a fermentações que resíduos úmidos podem vir a sofrer. O pH é um fator determinante no desenvolvimento do pigmento, a coloração do mesmo passa por modificações em sua coloração, de acordo com a composição dos aminoácidos no meio, associado com o pH do caldo da fermentação, onde a produção de pigmentos vermelhos será beneficiada em um pH em torno de 6,5, em contrapartida a síntese de pigmentos laranja é favorecida quando o pH

estava em torno de 4.0, demonstrando que diferentes pH interferem na cor do pigmento formado. (16)

Em relação, ao teor de proteína bruta encontrado para a palma gigante foi de $6,17 \pm 0,5\%$, próximo ao encontrado por (17) de $7,5\%$. Segundo as pesquisas realizadas por (18), o teor de proteína, de diversos cultivares, pode variar de $6,7-19,0\%$. O teor de proteína se relaciona diretamente ao teor de nitrogênio nos cladódios da palma forrageira, que é em função da disponibilidade de nitrogênio no solo, o que modifica a quantidade de nutrientes da palma forrageira. (19) O teor de nitrogênio presente no meio afeta diretamente à formação e quantidade de pigmento que será produzido pelo fungo *Monascus purpureus*, uma vez que podem vir a facilitar a liberação e a solubilização desses pigmentos (20), especialmente para os pigmentos vermelhos que são formados a partir do desenvolvimento do metabólito e crescimento do fungo, sendo a produção de pigmentos vermelhos favorecida pela presença dos aminoácidos.

Em relação ao teor de gordura encontrado neste estudo $3,975 \pm 0,007\%$ para a palma gigante. A quantidade de gordura dessas cactáceas é bem variável, uma vez que o tipo de plantio, solo, condições climáticas, estágio de maturação e uso de fertilizantes podem vir a interferir na composição nutricional da palma. (21)

Quanto ao teor de fibra total encontrado, de $31,23 \pm 2,05\%$, resultado próximo ao encontrado por (22) de $31,80\%$, o autor descreve que “os valores de fibra total presente em palmas forrageira variam de $27,33\%$ a $36,44\%$.”

Em relação à quantificação de carboidrato não fibroso, foi encontrado $58,50\%$. De acordo com (23), a palma forrageira é rica em carboidratos, principalmente carboidratos não fibrosos em torno de 55% em sua composição. A importância da quantificação de nutrientes presentes na palma forrageira como substrato, está relacionado aos requisitos nutricionais que o fungo *Monascus purpureus* irá necessitar para o seu desenvolvimento na produção de pigmentos. Os fatores de maior influência no crescimento e produção de pigmentos são: composição do meio de cultivo, temperatura, presença de oxigênio e aeração, pH, fonte de nitrogênio e umidade (24).

Observa-se, portanto, que a palma forrageira gigante, selecionada como substrato para a produção de pigmentos vermelhos *Monascus*, foi caracterizada como uma boa fonte de carboidrato e nitrogênio.

Produção de pigmentos por *Monascus purpureus* CCT 3802 utilizando *Opuntia ficus-indica* Mill e outras fontes externas de nitrogênio

O planejamento fatorial, com o resultado para a produção de pigmentos por *Monascus purpureus* CCT 3802 na palma estudada estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Resultados do planejamento fatorial completo 2^3 para a produção de pigmentos vermelhos pelo *Monascus purpureus* CCT 3802 utilizando *Opuntia ficus-indica* Mill

Variáveis independentes			Variáveis respostas		
Ensaio	X1	X2	X3	pH	UA ₅₁₀
s	(%)	(g/L)	(g/L)		
				—	—

1	50	10	10	8,05	0,995
2	50	10	0	8,17	0,445
3	50	0	0	7,38	0,373
4	50	0	10	7,9	1,41
5	20	10	10	7,78	0,461
6	20	0	0	7,19	0,124
7	20	0	10	7,64	0,583
8	20	10	0	7,86	0,125
9	35	5	5	8,03	0,420
10	35	5	5	8,0	0,724
11	35	5	5	8,02	0,599
12	35	5	5	8,05	0,437

X1= concentração palma; X2= concentração glicina; X3= concentração glutamato monossódico; pH = pH final; UA = absorbância.

Fonte: Silva, 2020.

A concentração de palma forrageira e de glutamato monossódico foram eficientes como substrato na produção de pigmentos vermelho pela cepa *Monascus purpureus* CCT 3802, onde os maiores resultados foram observados nos ensaios 1 e 4, respectivamente, no qual apresentavam-se os níveis mais altos de palma gigante e glutamato monossódico (50% de palma e 10g/L de glutamato).

No ensaio 1 continha uma alta concentração de glicina (10g/L), já no ensaio 4 a sua concentração era nula, demonstrando a baixa influência da glicina na produção do pigmento vermelho. Já nos ensaios 6 e 8, observa-se que houve pouca produção de pigmentos, os quais continham níveis baixos de palma gigante e glutamato monossódico (20% de palma e 0 g/L de glutamato), demonstrando que a utilização de concentrações mais altas de palma no meio de cultura influenciam na produção de pigmentos, do mesmo modo que o emprego de glutamato monossódico foi eficaz como fonte de nitrogênio externa no meio.

Segundo (25), a escolha da fonte de nitrogênio são primordiais para a produção do pigmento vermelho pela cepa *Monascus ruber* CCT 3802, podendo causar o aumento ou diminuição, onde as melhores fontes para a formação de pigmento, quando adicionados ao meio de cultivo são: glicina, histidina, serina e glutamato.

Os valores de pH final encontrado neste trabalho foram alcalinos, variando de 7,19 a 9,09 para todos os extratos de palmas avaliados. Segundo (26), em seu estudo sobre produção

de pigmentos por *Monascus ruber* CCT 3802 em cultivo submerso, a produção de pigmentos vermelhos por esta espécie é favorecida em pH alcalino.

Os frascos contendo o meio de cultivo fermentado (figura 1), estão de acordo com os ensaios apresentados na Tabela 3, após 168 h em fermentação submersa.



Figura 1 – Produção de pigmentos do fungo *Monascus purpureus* CCT 3802 utilizando solução aquosa 1:4 de *Opuntia ficus-indica* Mill, suplementada com glutamato monossódico e glicina.

Fonte: Silva, 2020

Os efeitos das variáveis analisadas (concentração de extrato de palma forrageira, glicina e glutamato monossódico) sobre a variável resposta (produção de pigmentos vermelhos) podem ser observados no gráfico de Pareto apresentados na Figura 2.

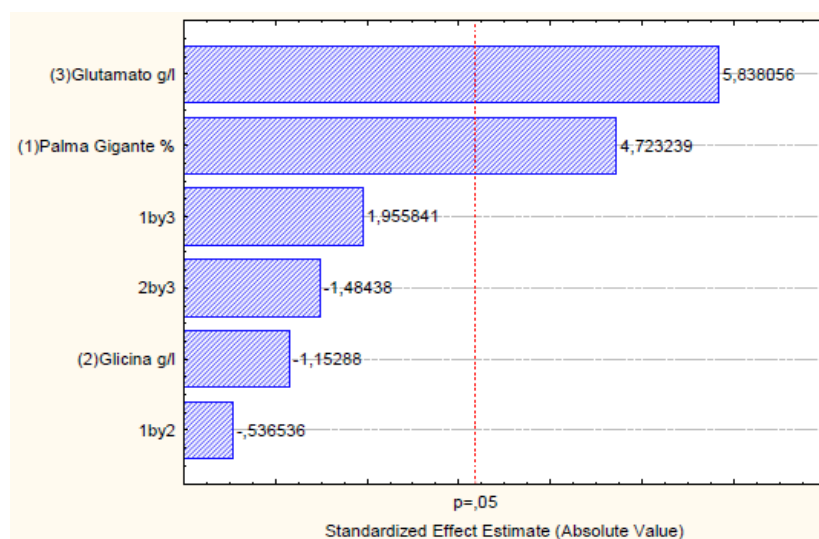


Figura 2 – Gráfico de Pareto dos efeitos das variáveis independentes sobre a produção de pigmentos vermelhos no planejamento fatorial 2^3

Fonte: Silva, 2020

A Figura 2 demonstra que somente a palma gigante e o glutamato monossódico obtiveram efeitos significativos na produção de pigmentos vermelhos pela cepa *Monascus purpureus* CCT 3802 no nível de confiança experimentado (95%).

Foi observado por (27), em seu estudo da cinética de crescimento da produção de bio pigmentos por diferentes cepa *Monascus purpureus* (TISTR 3002, 3180, 3090 e 3385), em um biorreator de tanque agitado, em meios de cultivo contendo peptona, extrato de levedura, glutamato monossódico e amido de mandioca em fermentação submersa, uma produção de 10.18 UA₅₀₀, em 192 h em *Monascus purpureus* TISTR 3385.

Os resultados obtidos neste estudo para a formação de pigmentos de *Monascus purpureus* utilizando a palma forrageira, cultivar gigante, como fonte de carbono e nitrogênio, suplementada como fontes nitrogenadas (glicina e o glutamato monossódico), demonstraram potencial para a produção de pigmentos vermelho por esta espécie.

Contudo, dentre os dados avaliados, foi observado que os pontos que apresentaram uma melhor resposta para a produção de pigmentos eram compostos pela solução de palma gigante suplementada com o glutamato monossódico. Assim, para a maximização da produção dos pigmentos, foi realizado um planejamento DCC com estas variáveis, aumentando a concentração desses fatores.

Otimização da produção de pigmentos vermelhos por *Monascus purpureus* CCT 3802 utilizando a palma *Opuntia ficus-indica* Mill e o glutamato monossódico

Diante dos resultados apresentados no primeiro experimento, foi realizado um segundo planejamento (DCC), com o intuito de aumentar a produção de pigmentos pela cepa *Monascus purpureus* CCT 3802, utilizando palma gigante, suplementada com glutamato monossódico (Tabela 4).

Houve um aumento médio de 71% na produção dos pigmentos, quando ocorreu o aumento na concentração das variáveis, palma gigante e glutamato monossódico. O ensaio em que houve a maior produção de pigmentos foi o ensaio 6. Este ensaio foi realizado com a concentração mais alta de palma gigante e intermediária de glutamato monossódico (100% de palma gigante e 20 g/L de glutamato monossódico). A menor produção foi observada no ensaio 7 (75% de palma gigante e 5 g/L de glutamato monossódico), como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 – Matriz do Delineamento composto central para otimização da produção de pigmentos por *Monascus purpureus* CCT 3802 utilizando *Opuntia ficus-indica* Mill

Ensaio	Valores codificados		Valores reais		Pigmentos vermelhos
	Palma Gigante	GMS	Palma Gigante (%)	GMS (g/L)	510nm (*UA)
1	-1	-1	57	9	0,878
2	+1	-1	93	9	1,25
3	-1	+1	57	31	1,056
4	+1	+1	93	31	1,391
5	-1,41	0	50	20	0,966
6	+1,41	0	100	20	1,689
7	0	-1,41	75	5	0,812
8	0	+1,41	75	35	1,069
9(C)	0	0	75	20	1,256

10(C)	0	0	75	20	1,411
11(C)	0	0	75	20	1,293

*GMS = Glutamato Monossódico; UA = Unidade de Absorbância

Fonte: Silva, 2020

Os efeitos dos fatores (palma gigante e glutamato monossódico) sobre a variável resposta (produção de pigmentos vermelhos) podem ser observados nos gráficos de Pareto (Figura 4), o qual demonstra que a palma gigante obteve efeito significativo positivo na produção de pigmentos vermelhos pela cepa *Monascus purpureus*, já o glutamato monossódico apresentou um efeito significativo negativo, demonstrando que o uso de teores em níveis mais baixos pode alcançar melhores resultados, atrelados a um aumento do teor da solução de palma.

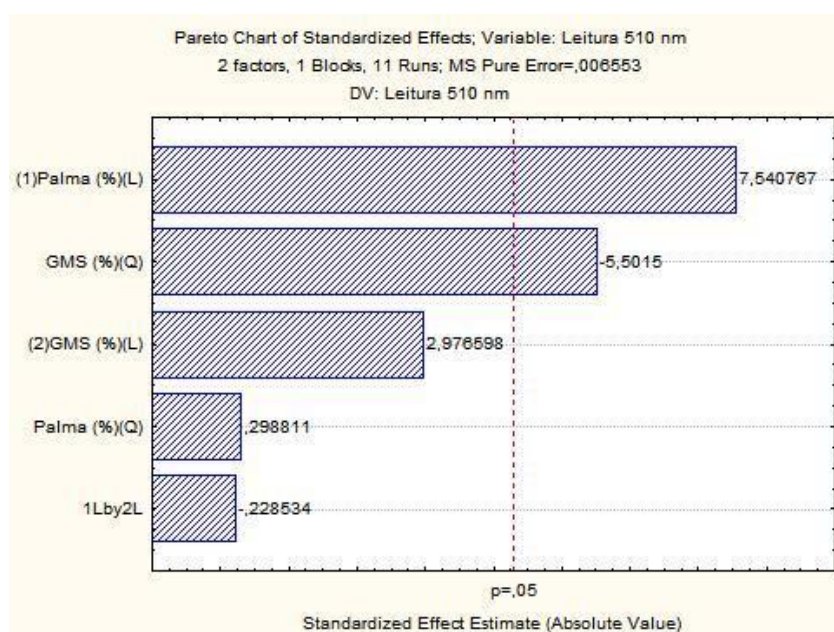


Figura 4 – Gráfico de Pareto dos efeitos das variáveis independentes (*Opuntia ficus-indica* Mill e glutamato monossódico) sobre a produção de pigmentos vermelhos no planejamento DCC
Fonte: Silva, 2020.

Utilizando casca de mandioca como substrato para a produção de pigmentos vermelhos pelo fungo *Monascus ruber* CCT 3802, através de fermentação submersa, (26) conseguiram uma produção de 7,52 UA₅₁₀. O resultado foi encontrado em ensaios que apresentaram maiores concentrações do substrato empregado (farelo de casca de mandioca) e fonte de nitrogênio (glutamato monossódico). Os resultados encontrados demonstram que para a geração de pigmentos em cultivo submerso, a utilização de substrato de baixo custo tem demonstrado efeitos bastante relevantes nesta produção.

Em seus estudos sobre a produção pigmentos com a cepa *Monascus ruber* URM 4530, e as palmas gigante, mexicana e miúda como substrato (10), observaram uma produtividade de pigmentos menor do que a do presente estudo, onde a produção máxima de pigmentos encontrada foi 0,238 UA₅₁₀ para a palma gigante, 0,006 UA₅₁₀ palma mexicana e 0,085

UA₅₁₀ para a palma miúda. No entanto, ambos estudos demonstram que a palma é uma interessante fonte de energia para a produção de pigmentos, uma vez que é rica em carboidratos não-fibrosos e fibra, o que favorece o desenvolvimento do fungo. Pode-se assim perceber que a utilização de palma forrageira é uma opção para produção dos pigmentos vermelhos utilizando o gênero *Monascus*. Para uma melhor análise dos dados obtidos na Tabela 4, foi gerada uma superfície de resposta (figura 5).

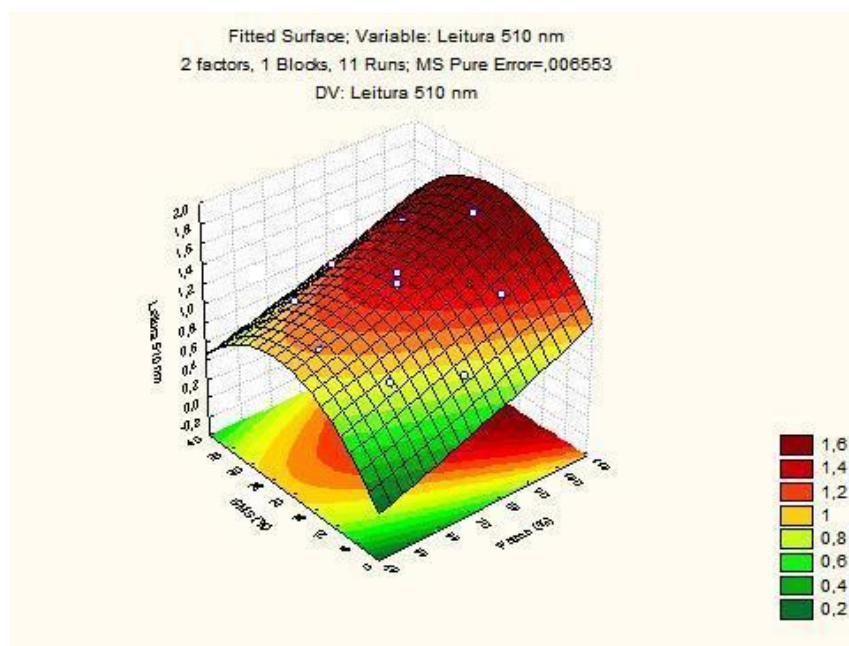


Figura 5: Superfície de resposta para a pigmentos por *Monascus purpureus* CCT 3802 utilizando *Opuntia ficus-indica* Mill e glutamato monossódico.
Fonte: Silva, 2020.

Observa-se que através da otimização foi possível atingir valores na região ótima da produção de pigmentos vermelhos *Monascus*. Os resultados demonstram que para alcançar resultados superiores faz-se necessário a realização de estudo mais detalhados, onde seja feito um planejamento com as concentrações de palma forrageira e glutamato monossódico adequadas para o aumento da produção de pigmentos vermelhos por *Monascus purpureus*. Ou, no caso do presente estudo, alterar a relação da solução aquosa 1:4 de palma gigante, diminuindo o teor de água, para concentrar melhor os componentes deste substrato.

Os pigmentos que são produzidos pelo fungo *Monascus ruber* apresentam desempenhos diferentes, especialmente em virtude do tipo de substrato utilizado. O pigmento vermelho é solúvel em água e, conseqüentemente, também solúvel no meio de cultivo, composto por níveis superiores a 95% de água. Isto ocorre devido à afinidade por grupos amino, os pigmentos de *Monascus* estão associados frequentemente a proteínas ou à parede celular, formando um complexo que pode ser de difícil extração na fase aquosa e facilitada na fase alcoólica, o que pode justificar a diferença espectral dos diferentes tipos de substrato (20).

Os níveis de produção obtidos para a formação de pigmentos pela cepa *Monascus purpureus* CCT 3802, utilizando a palma gigante e o glutamato monossódico, demonstraram que ambos podem ser aplicados para a produção de pigmentos vermelhos. A grande diversidade de usos e aplicações de palmas forrageiras revela a versatilidade dessa espécie

vegetal, que apesar de ser cultivada no Nordeste brasileiro para alimentação animal, não tem sua potencialidade explorada.

Atividade antioxidante dos extratos fúngicos de palma forrageira

Na Tabela 5 são apresentados os resultados da capacidade antioxidante definida pelos métodos de sequestro dos radicais ABTS e DPPH, para os melhores resultados de produção de pigmentos obtidos do primeiro planejamento, fatorial 2³, com a palma, glutamato monossódico e glicina, e do segundo planejamento, DCC 2², da palma e glutamato monossódico. Onde o código 1G é referente ao primeiro ensaio do primeiro planejamento e o código 6G referente ao sexto ensaio, do segundo planejamento.

Tabela 5: Atividade antioxidante (ABTS^{•+} e DPPH[•]) dos extratos fúngicos de *Monascus purpureus* CCT 3802 obtidos por fermentação submersa com *Opuntia ficus-indica* Mill a e glutamato monossódico.

Ensaio	Palma %	GMS (g/L)	%Inibição ABTS ^{•+}	%Inibição DPPH [•]
1G	50	10	32,9 ± 0,05	66,9 ± 0,004
6G	100	20	61,1 ± 0,009	76,1 ± 0,01

Fonte: Silva, 2020.

Percebe-se que os extratos fúngicos *Monascus* obtidos por fermentação submersa da palma suplementada com glutamato monossódico exibiram capacidade antioxidante, uma vez que foram eficientes no sequestro dos radicais ABTS e DPPH. É possível verificar que a capacidade antioxidante dos extratos *Monascus* sofreu um aumento quando ocorreu um aumento de concentração da palma e do glutamato monossódico, ressaltando, especialmente, a importância e eficiência da palma forrageira, na produção de compostos bioativos, visto que o aumento do glutamato monossódico não apresentou significância positiva no segundo planejamento, no entanto, a presença do mesmo favoreceu a formação dos pigmentos vermelhos.

Em seu estudo sobre a atividade antioxidante do fungo do gênero *Monascus* sp. fermentado em semente de Durian (6), foram capazes de observar a capacidade antioxidante com uma inibição com o melhor valor médio de 56,26 % na eliminação de radicais DPPH, em uma concentração de 40% de etanol. Também foi observado neste estudo que as diferentes concentrações de etanol (de 0 a 80%) influenciaram a inibição DPPH[•] do extrato de *Monascus* fermentado em semente de durian.

Em sua pesquisa sobre o efeito do glutamato monossódico e da peptona na atividade antioxidante do milho ceroso fermentado por *Monascus purpureus* TISTR 3090, (28) observaram que a atividades antioxidante sofreu influência das concentrações da fonte de nitrogênio, onde a maior atividade, foi no meio fermentado que continha 12,8% de glutamato monossódico, demonstrando que o pigmento produzido por *Monascus purpureus* pode eliminar de forma eficaz os radicais ABTS e DPPH.

Tais estudos, assim como a presente pesquisa, revelam que a utilização do fungo *Monascus purpureus* como via biotecnológica para a produção de pigmentos e compostos bioativos é uma proposta promissora. Assim, a aplicação da palma forrageira é uma

excelente opção, uma vez que a mesma apresenta um bom desempenho na produção de pigmentos, como demonstrado empregando a cepa *Monascus purpureus* CCT 3802, além de ter um potencial antioxidante.

CONCLUSÕES

De acordo com o presente estudo, foi possível constatar que a palma forrageira gigante foi eficaz como substrato, na produção de pigmentos pela cepa *Monascus purpureus* CCT 3802. Através da caracterização físico-química notou-se que os nutrientes presentes na palma forrageira são efetivos para auxiliar no metabolismo e produção de pigmentos que o gênero *Monascus* necessita. Quanto à avaliação da produção de pigmentos, foi possível constatar que as melhores produções de pigmentos ocorreram nos ensaios que continham as maiores concentrações de palma gigante e glutamato monossódico. Com a realização do Delineamento Composto Central (DCC), os parâmetros foram potencializados, obtendo um valor máximo de 1,689 UA₅₁₀ na região ótima de produção de pigmentos vermelhos *Monascus*, com a solução da palma a 100% sendo o fator mais significativo.

O estudo revelou ainda que os extratos provenientes das fermentações tinham potencial antioxidante e que houve um aumento desta capacidade associado à produção de pigmentos, quando comparado com os resultados dos planejamentos experimentais.

Desta forma, sendo este o primeiro estudo do gênero com a cepa *M. purpureus* com palma forrageira, o presente estudo sugere que o emprego do cultivo submerso, utilizando a *Opuntia ficus-indica* Mill como substrato de baixo custo, suplementado com a fonte de nitrogênio glutamato monossódico, é viável para a produção de pigmentos vermelhos *Monascus*.

REFERÊNCIAS

1. LERMEN, F. H.; MATIAS, G. DE S.; MODESTO, F. A.; RÖDER, R.; R, BOIKO, T. J. P. Teste de Consumidores e Análise de Aparência, Sabores e Cores para o Desenvolvimento de Novos Produtos: o case do Projeto de Broinhas de Milho Saboreadas. **Revista Latino-America de Inovação e Engenharia de Produção**, v. 3, n. 4, p. 97–109, 2015.
2. JÚNIOR, O. V.; ABRANTES, K. N. C.; MATIAS, K. S.; RIBEIRO, K. S. Oficina Temática: Obtenção e Aplicação de Corantes Naturais no Cotidiano. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 8522-8533, jul. 2019.
3. PRIATNI, S. (2015). Encapsulation and Stability Study of *Monascus* Fermented Rice Extract. **Procedia Chemistry**. v. 17, n. 189-193, 2015.
4. DIKSHIT, R.; TALLAPRAGADA, P. Development and screening of mutants from *Monascus sanguineus* for secondary metabolites production. **Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 7, n. 2, p. 235 – 240, 2018.
5. ORAK, T.; CAGLAR, O.; ORTUCU, S.; OZKAN, H.; TASKIN, M. Chicken feather peptone: a new alternative nitrogen source for pigment production by *monascus purpureus*. **Journal of Biotechnology**, v. 271, p. 56–62, 2018.
6. SRIANTA, I.; NUGERAHANI, I.; RISTIARINI, S. Separation and analysis of *Monascus* yellow pigment produced on durian seed substrate. **Food Research**, v. 4, n. 4, p. 1135 - 1139, 2020.

7. ALMEIDA, A. B.; SANTOS, N. H.; LIMA, T. M.; SANTANA, R. V.; FILHO, J. G. O.; PERES, D. S.; EGEA, M. B. Pigment bioproduction by *Monascus purpureus* using corn bran, a byproduct of the corn industry. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v.32, n.101931, 2021.
8. SURAIYA, S.; KIM, J.-H.; TAK, J.; KONG, I.-S.; CHO, J. Y.; KIM, J. Influences of fermentation parameters on lovastatin production by *Monascus purpureus* using *Saccharina japonica* as solid fermented substrate. **LWT- Food Science and Technology**, v. 92, n. 8, p. 1-9, 2018.
9. SILVA, M.; FAGUNDES, L.; VIEGAS, A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio Cactus. **Ciência Rural**, v.44, n.11, p. 2064-2071, 2014.
10. RIBEIRO, D. S.; NASCIMENTO, T. C. E. S. Avaliação da produção de pigmentos por *Monascus ruber* URM 4530 utilizando diferentes variedades de palma forrageira como substrato. **Congresso Brasileiro de Palma e outras Cactáceas - AGROPEC**, p. 4-5, 2017.
11. ARAÚJO, J. S. et al. Palma forrageira: plantio e manejo. Campina Grande, Paraíba: INSA, 2019.
12. SILVA, A. P. G.; SOUZA, C. C. E.; RIBEIRO, J.E.S; SANTOS, M. C. G.; PONTES, A. L. S.; MADRUGA, M. S. Características físicas, químicas e bromatológicas de palma gigante (*Opuntia ficus-indica*) e miúda (*Nopalea cochenillifera*) oriundas do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, p. 1810-1820, 2015.
13. QUEIROZ, S.; MARIA, C.; TESHIMA, E. Avaliação da composição química da palma miúda (*Nopalea cochenillifera*). **Seminário de Iniciação Científica - SEMIC**, Bahia, p. 711-714, 2012.
14. BARAZARTE, H.; TERÁN, Y.; AUBETERRE, R.; PÉREZ, L.; GARMENDIA, C.; MORENO, I.; RODRÍGUEZ, E.; PACHECO, D.; COLMENARES, C.; SANCHEZ, A.; GIMÉNEZ, F. Características físicas y químicas de cladodios de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 34, n. 2, p. 175-186, 2017.
15. MEDEIROS, N. V. S.; DUTRA, E. D.; SANTOS, T. N. Estudo da cinética do pH da palma forrageira. **Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa - PB, v. 1, p. 418-421, 2013.
16. NIMNOI, P.; LUMYONG, S. Improving Solid-State Fermentation of *Monascus purpureus* on Agricultural Products for Pigment Production. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4. p. 1384-1390, 2011.
17. LOPES, L. A.; CARVALHO, F. F. R.; BELO, A. M. D. C.; BATISTA, Â. M. V.; CAMARGO, K. S.; SILVA, J. R. C.; CARVALHO, C. C. D. Balanço hídrico e excreção renal de metabólitos em cabras leiteiras alimentadas com feno de alfafa e palma forrageira. **Public Knowledge Project - Medicina Veterinária (UFRPE)**, Recife, v.13, n.4 (out-dez), p.583-590, 2019.
18. GUEVARA-FIGUEROA, Teresita et al. Proximate composition, phenolic acids, and flavonoids characterization of commercial and wild nopal (*Opuntia* spp.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, n. 6, p. 525-532, 2010.
19. DONATO, P. E. R.; PIRES, A. J. V.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; AQUINO, A. A. Valor nutritivo da palma forrageira 'gigante' cultivada sob diferentes

- espaçamentos e doses de esterco bovino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 151–158, 2014.
20. VENDRUSCOLO, F.; BÜHLER, R. M.; CARVALHO, J. C.; OLIVEIRA, D.; MORITZ, D. E.; SCHMIDELL, W.; NINOW, J. L. Monascus: A Reality on the Production and Application of Microbial Pigments. **Applied biochemistry and Biotechnology**. v. 178, n. 2, 211-23, 2016.
 21. MACÊDO, A J. S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; PERAZZO, A. F. Produção de silagem na forma de ração à base de palma: Revisão de Literatura **REDVET. Revista Electrónica de Veterinária**. v. 18, n. 9, p. 1-11, 2017.
 22. CAVALCANTI, M. C. A.; BATISTA, A. M. V; LIRA, A. G. M. A.; RIBEIRO, V. L.; RIBEIRO NETO, A. C. Consumo e comportamento digestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 2, p. 173–179, 2008.
 23. DANTAS, S. F. A.; LIMA, G. F. C.; MOTA, E. P. Viabilidade econômica da produção de palma forrageira irrigada e adensada no semiárido Potiguar. **Revista iPecege**, v. 3, n. 1, p. 59 -74, 2017.
 24. LIU, J.; Luo, Y.; Guo, T.; Tang, C.; Chai, X.; Zhao, W.; Bai, J.; Lin, Q. Cost-effective pigment production by *Monascus purpureus* using rice straw hydrolysate as substrate in submerged fermentation. **Journal of Bioscience and Bioengineering**. v. 129, n. 2, p. 229-236, 2020.
 25. BUHLER, R. M. M.; DUTRA, A. C.; VENDRUSCOLO, F.; MORITZ, D. E.; NINOW, J. L. Monascus pigment production in bioreactor using a co-product of biodiesel as substrate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 33, n. 1, p. 9-13, 2013.
 26. SILVA, J. R.; SILVA, T. T.; SILVA, É. K.; SILVA, S. P.; MOREIRA, K. A.; RIBEIRO, D. D. Produção de pigmentos de *Monascus ruber* CCT 3802 utilizando casca de mandioca como substrato. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 8, n. 3 p. 26 - 31, 2018.
 27. KONGRUANG, S. Growth kinetics of biopigment production by Thai isolated *Monascus purpureus* in a stirred tank bioreactor. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 38, n. 1, p. 93–99, 2011.
 28. KRABOUN, K.; TOCHAMPA, W.; CHATDAMRONG, W.; KONGBANGKARD, T. Effect of monosodium glutamate and peptone on antioxidant activity of monascus waxy corn. **International Food Research Journal**, v. 20, n. 2, p. 629–631, 2013.
 29. KEIVANI, H.; JAHADI, M.; GHASEMISEPEORO, N. Optimizing submerged cultivation for the production of red pigments by *monascus purpureus* on soybean meals using response surface methodology. **Applied Food Biotechnology**, v. 7, p. 143–152, 2020.

IMPACTO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS NA QUALIDADE DE OVOS DE CODORNA E GALINHA: UMA REVISÃO NARRATIVA

Jonathan Mandú de Araújo¹; Jonathan Alison da Silva²; Rafaela Vasconcellos Vinhas³

¹Mestrando em Bioquímica e Fisiologia – CCS – UFPE.

E-mail: Jonathan.mandu@ufpe.br,

²Mestrando em Medicina Veterinária – UFRPE,

³Pós Graduada em Vigilância, Qualidade e Auditoria de Alimentos - ALPHA

Resumo: O uso de antibióticos melhoradores de desempenho tem contribuído para o aumento da resistência antimicrobiana em todo o mundo, o que não só compromete a saúde animal e humana, mas também a segurança alimentar. No Brasil, desde 2018, não é permitido o uso de antimicrobianos com finalidade de aditivos melhoradores de desempenho de alimentos. Assim, as indústrias têm cada vez mais buscado alternativas que auxiliem o desempenho de seus animais e a qualidade de seus subprodutos, e com isso surgem os produtos naturais, como os óleos essenciais (OE), estes tem sido descrito como alternativas nas indústrias de alimentos como aditivos alimentares e até revestimento de produtos. Assim, este trabalho buscou compreender, através de uma revisão narrativa, o impacto dos óleos essenciais sobre a qualidade dos ovos de galinha e ovos de codorna. Foram considerados elegíveis para inclusão na revisão estudos originais visando a qualidade dos ovos, publicados em inglês ou português, nos últimos 10 anos, e que relacionassem o uso de óleos essenciais na qualidade dos ovos galinha ou codorna. Com isso, verificamos que os OE tem sido relacionado com diversas atividades melhoradoras da qualidade de ovos, como: aumento da espessura da casca, redução da peroxidação lipídica, aumento da altura da albumina, escores de cor da gema e do valor de Unidades de Haugh (UH), aumento na força de quebra e redução de aeróbios mesófilos na casca e no conteúdo interno dos ovos. Assim, concluímos as aplicações dos OE como melhoradores de qualidade nos ovos ainda carecem de mais estudos, pois os que se apresentam na literatura ainda parece haver controvérsias quanto a sua aplicabilidade, e não há padrões pré-estabelecidos para suas aplicações. Todavia, ainda assim, os OE podem ser uma alternativa útil para manter a qualidade e aumentar a vida de prateleira dos ovos, quando adequadamente ajustados às realidades e parâmetros de cada espécie.

Palavras-chave: ovos; óleos essenciais; qualidade.

INTRODUÇÃO

A utilização de antibióticos melhoradores de desempenho nas indústrias avícolas tem permitido o aumento do desenvolvimento e rendimento de produção das aves e prevenindo infecções, alterando a microbiota intestinal, metabolismo e função intestinal (1). Todavia, isso tem contribuído para o aumento da resistência antimicrobiana em todo o mundo, o que não só compromete a saúde animal e humana, mas também a segurança alimentar, o desenvolvimento e a economia de cada país. Com isso, os governos têm desenvolvido novas estratégias para combater essa crescente problemática por meio da promoção da abordagem de "uma só saúde", que reconhece a ligação entre a saúde dos seres humanos, animais e ecossistemas (2).

No Brasil, somente em 2018, através da portaria nº 171/2018, é que foi proibido o uso de antimicrobianos com finalidade de aditivos melhoradores de desempenho de alimentos. Os antimicrobianos citados, especificamente, são: tilosina, lincomicina, virginiamicina, bacitracina e tiamulina. Tal promulgação considerou, dentre outros pontos, o histórico de preocupação dos organismos internacionais de referência como a Organização Mundial de Saúde (OMS), a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e o Codex Alimentarius acerca do tema da resistência aos antimicrobianos e do uso dessas substâncias como aditivos zootécnicos melhoradores de desempenho em animais produtores de alimentos (3).

Assim, as indústrias têm cada vez mais buscado alternativas que auxiliem nutricionalmente seus animais, assim como tratá-los sem utilizar compostos sintéticos, mas permitindo-lhes continuar a alcançar alta produtividade a baixo custo e produzir um produto de qualidade para o consumidor sem causar resistência a microrganismos ou resíduos de antibióticos em produtos de origem animal (4).

Nesse sentido, o uso de produtos naturais tem sido considerado como uma alternativa valiosa aos antibióticos utilizados como aditivos alimentares uma vez que trazem uma nova abordagem ecológica para a proteção de alimentos devido à sua inclusão na categoria geralmente reconhecida como segura e isenção de toxicidade de mamíferos pela *Food and Drug Administration* (FDA) (5).

As plantas medicinais têm sido utilizadas para tratar enfermidades desde a antiguidade. Hoje, cerca de 70 a 90% da população de países em desenvolvimento continua utilizando-as como opção terapêutica (6). As plantas podem produzir compostos com estruturas químicas de altíssima complexidade que não apresentam funções bem definidas, uma vez que não cumprem um determinado papel no metabolismo primário, como no crescimento e na divisão celular. Tal metabolismo pode ser chamado de metabolismo secundário. Os produtos desse metabolismo, os metabólitos secundários, são indispensáveis para a existência e sobrevivência de uma espécie em seu ambiente, onde ela interage com meios bióticos e abióticos. Muitas dessas substâncias também apresentam efeitos biológicos e farmacológicos em outras espécies de seres vivos (7).

Os óleos essenciais (OE) são metabólitos secundários, sendo importantes para o mecanismo de defesa das plantas, portanto, possuem várias propriedades medicinais atreladas, incluindo atividade antimicrobiana, antiviral e antifúngica (8). Eles são obtidos de

matérias-primas vegetais, são substâncias complexas, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas (9).

Alguns trabalhos na literatura têm avaliado o impacto da utilização dos OE na qualidade dos ovos através da introdução destes na dieta das poedeiras para redução da oxidação da gema, chegando a combinar, por exemplo, óleo essencial de orégano, tomilho, alecrim e *Curcuma longa* (10). Outros autores têm avaliado a eficácia dos óleos como revestimentos diretamente sobre o ovo a fim de diminuir a proliferação microbiana, redução do biofilme e consequentemente aumento da qualidade interna dos ovos (11).

Com isso, considerando as diversas aplicações dos OE nas indústrias de alimentos como aditivos alimentares e outras aplicações, este trabalho busca compreender o impacto dos OE sobre a qualidade dos ovos de codorna e galinha como melhorador biológico natural a fim de aumentar a qualidade dos ovos e, consequentemente, a vida de prateleira e suas prospecções.

METODOLOGIA

Para o levantamento dos artigos, realizou-se uma revisão narrativa da literatura por meio de uma busca nas bases de dados do Google Acadêmico, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e ScienceDirect. Foram utilizados os seguintes descritores e suas combinações em língua inglesa: oil essential; egg quality; quail; chicken, assim como o emprego dos operadores booleanos AND e OR. Foram considerados elegíveis para inclusão na revisão estudos originais visando a qualidade dos ovos, publicados em inglês ou português, nos últimos 10 anos, e que relacionassem o uso de óleos essenciais na qualidade dos ovos galinha ou codorna.

Por conseguinte, excluíram-se os trabalhos que não abordavam a qualidade dos ovos diretamente, que não foram publicados em inglês ou português, que tinham mais de 10 anos e que não relacionavam o impacto da aplicação de óleos essenciais sobre a qualidade dos ovos de galinha ou codorna.

Os artigos identificados foram avaliados de forma independente por dois pesquisadores. As discordâncias quanto à inclusão/exclusão foram resolvidas por um terceiro pesquisador. A primeira fase da seleção foi caracterizada pela análise dos títulos e, posteriormente, foi realizado a análise dos resumos. Por último, foi feita a leitura integral dos estudos para verificar os critérios de elegibilidade no que se refere a pertinência e ao atendimento ao tema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 113 artigos foram encontrados na literatura que relacionavam de alguma maneira o uso de OE nos ovos de codorna e galinha. Todavia, através da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão e análise dos trabalhos pelos autores para avaliação da pertinência e do atendimento ao tema, foram selecionados 18 artigos para compor esta revisão, que estão representados na tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Artigos incluídos no estudo sobre o impacto dos óleos essenciais na qualidade dos ovos de codorna e galinha.

Autor e ano	Título do artigo
Hosseinzadeh, S. et al. 2015.	The application of medicinal plants in traditional and modern medicine: A review of <i>Thymus vulgaris</i>
Gao, F. Et al. 2017.	Dietary Oregano Essential Oil Supplementation Influences Production Performance and Gut Microbiota in Late-Phase Laying Hens Fed Wheat-Based Diets.
Ding, X. Et al. 2017	Effects of essential oils on performance, egg quality, nutrient digestibility and yolk fatty acid profile in laying hens.
Feng, J. Et al. 2017.	Dietary oregano essential oil supplementation improves intestinal functions and alters gut microbiota in late-phase laying hens.
Migliorini, M.J. Et al. 2019.	Oregano essential oil in the diet of laying hens in winter reduces lipid peroxidation in yolks and increases shelf life in eggs.
Ramirz, S.Y. Et al. 2021.	Effects of oregano (<i>Lippia organoides</i>) essential oil supplementation on the performance, egg quality, and intestinal morphometry of Isa Brown laying hens.
Marume, U. Et al. 2020.	Citrullus lanatus essential oils inclusion in diets elicit nutraceutical effects on egg production, egg quality, and physiological characteristics in layer hens.

- Bulbul, T. Et al. 2014. Effect of myrtle (*Myrtus communis* L.) oil on performance, egg quality, some biochemical values and hatchability in laying quails
- Gülcihan, Ü. Et al. 2015. Effects of cinnamon and rosemary oils on egg production, egg quality, hatchability traits and blood serum mineral contents in laying quails (*Coturnix coturnix Japonica*)
- Hajiaghapour, M., Rezaeipour V. 2018. Comparison of two herbal essential oils, probiotic, and mannan-oligosaccharides on egg production, hatchability, serum metabolites, intestinal morphology, and microbiota activity of quail breeders.
- Osman O., Yildiz A. 2014. Effect of dietary supplementation of essential oils mixture on performance, eggshell quality, hatchability, and mineral excretion in quail breeders
- Durna, A. Ö. 2020. Effect of drinking water supplementation of different aromatic plant essential oils on performance and some blood parameters in quail breeders (*Coturnix coturnix japonica*).
- Hossain, I., Nahar, M. 2014. The Eocene Sylhet Limestone of Jaflong and Adjoining Areas, Sylhet: an Endangered Geoheritage in Bangladesh.
- Javed, A. Et al. 2015. In vitro evaluation of the synergistic antimicrobial effect of *Boswellia Sacra* and *Nigella sativa*, essential oil on human pathogenic microbial strains.

- Saeed, S. Et al. 2022. Laying performance, egg quality, fertility, nutrient digestibility, digestive enzymes activity, gut microbiota, intestinal morphology, antioxidant capacity, mucosal immunity, and cytokine levels in meat-type Japanese quail breeders fed different phytogetic levels.
- Salih, C. Et al. 2015. Juniper oil improves oxidative stability and eggshell and albumin quality of quail eggs.
- Derelioglu, E., Özlem T. 2022. Effect of chitosan coatings on quality and shelf-life of chicken and quail eggs.
- Akpinar G.C. et al. 2015. The use of propolis extract for the storage of quail eggs.
- Oliveira, G. D. S. Et al. 2023. Antimicrobial Coating Based on Tahiti Lemon Essential Oil and Green Banana Flour to Preserve the Internal Quality of Quail Eggs.

Fonte: Autoria própria.

INFLUENCIA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE OS OVOS DE GALINHA

Para alimentar a crescente população humana, as rações avícolas atuais são desenvolvidas para maior produção de carne e ovos. No entanto, essas rações são metabolicamente mais ativas, resultando na produção de radicais livres celulares. Esses radicais livres alteram as funções celulares acelerando o estresse oxidativo, inflamação e imunossupressão. Com isso, pesquisadores tem avaliado o emprego de compostos botânicos e suas moléculas bioativas, os OE, que, dentre outras funções, eliminam os radicais livres e restauram as funções celulares necessárias para uma melhor saúde e produção de ave (12).

O óleo essencial de Tomilho (*Thymus vulgaris* L.), devido a suas características antioxidantes, antibacterianas e terapêuticas, tem sido explorado para sua aplicação agropecuárias. Seus benefícios tem sido descritos na literatura por aumentaram a atividade da catalase, desintoxicando o peróxido de hidrogênio e convertendo hidroperóxidos lipídicos em substâncias não tóxicas, melhorador da qualidade dos ovos, especialmente o perfil de ácidos graxos na gema, melhorador da produtividade das aves, aumentando a secreção de enzimas digestivas e melhorando a utilização de nutrientes através da melhoria da função hepática (12,13).

Ding e colaboradores (14), afirmaram que o uso de 50 mg/kg de óleo essencial de Enviva (Dupont Nutrition Biosciences ApS), através de suplementação dietética aumentou a espessura da casca do ovo e tal resultado pode ser atribuído, em parte, ao timol, que influenciou a atividade metabólica das colônias de bactérias benéficas dentro das camadas do intestino, o que influenciou positivamente a taxa de absorção mineral, especialmente a de Ca^{2+} e Mg^{2+} . Todavia, não houve diferença significativa na altura albúmen, unidade Haugh, cor da gema e força da casca entre os diferentes tratamentos dietéticos.

Outros trabalhos sugerem ainda que a suplementação dietética de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare L.*) (OEO) aumentaria a área absorptiva das vilosidades intestinais favorecendo uma maior absorção de cálcio, o que resulta numa elevação na deposição de cálcio na casca do ovo e conseqüentemente aumenta a espessura da casca. Outra explicação para o aumento da qualidade seria que o OEO poderia melhorar a saúde uterina, aumentando o fornecimento de cálcio para a casca, conseqüentemente aumentando o peso e a espessura da casca. Assim, com base nestas discussões, as melhorias na qualidade da casca do ovo em resposta à suplementação de OE podem ser atribuídas aos efeitos benéficos da adição de OEO dietéticos sobre a saúde intestinal e uterina, enquanto os mecanismos subjacentes precisam ser mais estudados (15).

Migliorini e colaboradores (16), também utilizando óleo essencial de orégano (OEO), observaram que a peroxidação lipídica foi reduzida na gema tanto de ovos frescos quanto naqueles após 21 dias de armazenamento à temperatura ambiente utilizado uma concentração de OEO que variou de 150mg. Os autores ainda sugerem que isto pode ocorrer pois quando as substâncias fenólicas do OEO são adicionadas às dietas de poedeira, elas são posteriormente transferidas para a gema, onde reduzem a peroxidação lipídica via atividade antioxidante.

Ainda com o óleo essencial de orégano, porem com uma espécie diferente (*Lippia origanoides*), Ramirez e colaboradores (17), observaram que o OEO, na concentração de 150 ppm, aumentou a altura da albumina, escores de cor da gema e o valor de unidades de Haugh (UH) em relação ao controle. Eles discutem que os compostos bioativos parecem proteger o magno e o útero e estimular a secreção de albumina durante a postura.

Marume e colaboradores (18), avaliaram o óleo essencial de *Citrullus lanatus* sobre a qualidade dos ovos e observaram que houve aumento na UH e o aumento do valor da UH é importante pois está relacionado ao aumento da qualidade proteica e do frescor dos ovos. Ainda, os autores ao tentarem de avaliar a influência de óleos essenciais em dietas sobre o perfil de ácidos graxos da gema de ovo, afirmam que um aumento nos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) totais e ácidos graxos n-6 foi observado, com um declínio nos ácidos graxos n-3 e que isso pode ser atribuído às altas quantidades de alguns graxos essenciais no óleo, incluindo isômeros palmíticos, esteáricos, oleicos e vários isômeros de ácidos linoleicos.

INFLUÊNCIA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE OS OVOS DE CODORNA

Trabalhos avaliando diretamente o papel dos OE sobre a qualidade os ovos de codorna ainda são pouco explorados, apenas algumas aplicações de OE como melhoradores

de desempenho em codornas tem sido investigadas, como OE de murta, canela, alecrim, ajwain, endro, gengibre e misturas de OE dessas ou de outras ervas e especiarias, como louro, erva-doce, hortelã, camomila e anis (19, 20,21, 22, 23). Assim, a literatura tem abordado a sinergia de diferentes OE para avaliação de, dentre outros parâmetros, melhorador de desempenho, tem-se mostrado promissor (24,25).

Pensado nisso, Saeed e colaboradores (26), utilizaram PFA, um composto de OE de canela, endro, erva-doce, alho, gengibre, orégano, alecrim e tomilho, e avaliaram, dentre outros parâmetros, a influência do OE sobre a qualidade dos ovos de codorna. Eles relataram que os pesos da gema e do albúmen, a gravidade específica do ovo, a UH, a força de quebra da casca do ovo e o teor de cálcio aumentaram linearmente à medida que os níveis de PFA aumentaram na dieta (0, 125, 250, 500 ou 1000 mg/kg), sendo que as melhorias nas características continuaram até o nível mais alto. Os autores sugerem que essas melhorias podem estar relacionadas com a melhora da saúde intestinal, o que também foi comprovada em seu estudo através da melhora na atividade de enzimas digestivas, digestibilidade de nutrientes, microbiota ileal e cecal, morfologia intestinal, capacidade antioxidante e do estado imunológico e inflamatório das codornas.

Cengiz e colaboradores (27), avaliaram o uso do óleo essencial de zimbro (OEZ) através da suplementação dietética de codornas fêmeas e concluíram que a unidade Haugh foi aumentada, houve melhora da espessura da casca e a força de ruptura do ovo e, conseqüentemente, houve uma diminuição da proporção de ovos danificados, quando comparadas com o controle.

Outros trabalhos avaliaram o OE como revestimento de superfície dos ovos para que desempenhassem um papel significativo na preservação dos ovos durante o processamento e comercialização a fim de garantir ovos de melhor qualidade e maior vida útil. Derelioğlu e colaboradores (28), utilizaram quitosana como revestimento em ovos e afirmam que estes apresentaram melhor qualidade interna do que os ovos (que não receberam, após 4 semanas armazenados à aproximadamente 24 °C. Akpinar e colaboradores (29), observaram que ovos revestidos com extratos de própolis tiveram uma menor perda de qualidade, quando comparado com o controle sob armazenamento à 25 °C, como maior valor de UH e de índice de albumina e menor perda de peso.

Considerando essas perspectivas, Oliveira e colaboradores (30), avaliaram a aplicação de um revestimento contendo 1% de óleo essencial de limão Tahiti (*Citrus aurantifolia*) (OELT) e farinha de banana verde (FBV) frente a qualidade interna de 162 ovos, durante 21 dias, sob temperatura média de 29 °C. Eles afirmaram que a perda de peso dos ovos foi menor quando eles eram revestidos por OELT/FBV, do que aqueles revestidos somente por FBV ou sem revestimento. Discutem que OELT junto à FBV pode ter melhorado suas propriedades de barreira contra evaporação da água, pois o óleo essencial pode ter fortalecido a fração hidrofóbica do revestimento hidrofílico.

Em relação as UH, o revestimento OELT/FBV manteve a maior UH quando comparado com os ovos revestidos com FBV e sem revestimento. A redução da qualidade do albúmen, particularmente a temperatura ambiente, é a principal razão para a redução da UH, devido a distúrbio no sistema proteico que leva a interações entre proteínas,

desestabilizando e outras proteínas. Esse distúrbio no sistema proteico da albumina parece ser minimizado quando os ovos são revestidos com OELT/FBV, garantindo melhor qualidade do albúmen (30).

O índice de gema (YI) foi reduzido lentamente com o revestimento OELT/FBV, e este fator parece depender da perda da qualidade da albumina, uma vez que as alterações irreversíveis que ocorrem na gema, como a fragilidade das membranas vitelinas e a liquefação, resultam da difusão de água que ocorre devido a alterações no sistema proteico da albumina. Com isso, os autores discutem que esperava-se que a qualidade da gema fosse melhor para ovos revestidos com OELT/FBV, pois contribuiu para menores mudanças na qualidade do albúmen, como sustentado pela maior UH (30).

Por fim, a contagem microbiana da casca e do conteúdo interno dos ovos também foi analisada para as bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, bactérias mesófilas. O revestimento OELT/FBV reduziu a contagem total de bactérias mesófilas aeróbias na casca no dia 0 e manteve os níveis baixos durante os 21 dias de armazenamento. Esse achado pode ser uma explicação para a menor contagem bacteriana no conteúdo de ovos recobertos com OELT/FBV, pois, quanto mais microrganismos sobreviverem na casca do ovo, mais facilmente penetrarão no conteúdo do ovo (30).

CONCLUSÕES

Produtos bioativos de plantas têm sido amplamente utilizados como suplementação alimentar em dietas avícolas devido às suas propriedades nutricionais e terapêuticas. Portanto, eles têm sido recomendados como aditivos naturais para ração como alternativas biologicamente sustentáveis. Essas substâncias naturais podem ser adicionadas à dieta das aves individualmente ou em combinação para melhorar os parâmetros produtivos, como os mencionados anteriormente, que afetam o bem-estar das aves e sua produtividade quantitativa e qualitativa, assim como ser empregadas como filmes nos ovos.

As aplicações dos OE como melhoradores de qualidade nos ovos ainda carecem de mais estudos, pois os que se apresentam na literatura ainda parece haver controvérsias quanto a sua aplicabilidade, uma vez que não há, por exemplo, padronização de dose e frequência de aplicação do OE, nem padronização do grupo de estudo, seja as codornas ou galinhas, através de padronização de dieta e alojamento, por exemplo.

Os OE podem ser uma alternativa útil para manter a qualidade e aumentar a vida de prateleira dos ovos, uma vez que parâmetros como a UH, índice de gema e altura da albumina melhoraram. Contudo, a dose de OE em dietas para poedeiras deve ser escolhida de acordo com o objetivo de produção, ou seja, considerando a eficiência de produção ou qualidade dos ovos, que estão relacionados com a quantidade de OE que será utilizada.

Ainda assim, vale ressaltar que fatores como sazonalidade, variação do solo, localização geográfica, estágios de crescimento, partes das plantas, o método utilizado para prepará-las e o método extrativo atuam diretamente na quantidade e qualidade dos óleos essenciais, o que conseqüentemente impacta em sua bioatividade.

REFERÊNCIAS

1. Costa M.C, et al. Different antibiotic growth promoters induce specific changes in the cecal microbiota membership of broiler chicken. PLoS One. 2017;12(2):1–13.
2. Camou T, Zunino P, Hortal M. Antimicrobial resistance alarm:current situation and challenges. Rev. Med. Urug. 2017;33(4):104–127
3. Brasil. Portaria nº 171, de 13 de dezembro de 2018. Informa sobre a intensão de proibição de uso de antimicrobianos com a finalidade de aditivos melhoradores de desempenho de alimentos e abre prazo manifestação. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União. Edição 243; Seção 1; p. 23. 2018.
4. Madhupriya V., et al. Phyto feed additives in poultry nutrition: A review. Int. J. Sci. Environ. Technol. 2018;7(3):815–822.
5. Maurya A, Prasad J, Das S, Dwivedy AK. Essential Oils and Their Application in Food Safety. Frontiers in Sustainable Food Systems. 2021 May 20;5.
6. Anand U, Jacobo-Herrera N, Altemimi A, Lakhssassi N. A Comprehensive Review on Medicinal Plants as Antimicrobial Therapeutics: Potential Avenues of Biocompatible Drug Discovery. Metabolites. 2019; 9(11):258.
7. Wolfgang, K., Jennifer, M., Maia, P. R. Biossíntese de metabólitos primários e secundários. In: Farmacognosia: do produto natural ao medicamento. Org. Oliveira M, Eloir Paulo Schenkel, Palazzo C. Porto Alegre, Rs Artmed; 2017.
8. Bhavaniramy S., et al. Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidant applications. Grain & Oil Science and Technology. 2019 Jun;2(2).
9. Heinzmann, B. M., et al. Óleos voláteis. In: Farmacognosia: do produto natural ao medicamento. Org. Oliveira M, Eloir Paulo Schenkel, Palazzo C. Porto Alegre, Rs Artmed; 2017.
10. Nadia, R., Hassan, R.A., Qota E.M., Fayek, H.M. Effect of natural antioxidant on oxidative stability of eggs and productive and reproductive performance of laying hens. Int. J. Poult. Sci., 7 (2008), pp. 134-150.
11. Gabriel, M., et al. Antimicrobial Coating Based on Tahiti Lemon Essential Oil and Green Banana Flour to Preserve the Internal Quality of Quail Eggs. Animals [Internet]. 2023.
12. Hosseinzadeh S, Jafarikukhdan A, Hosseini A, Armand R. The application of medicinal plants in traditional and modern medicine: A review of *Thymus vulgaris*. Int. J. Clin. Med. 2015;6(9):635–642
13. Gao F., et al. Dietary Oregano Essential Oil Supplementation Influences Production Performance and Gut Microbiota in Late-Phase Laying Hens Fed Wheat-Based Diets. Animals (Basel). 2022 Nov 2;12(21):3007
14. Ding X, Yu Y, Su Z, Zhang K. Effects of essential oils on performance, egg quality, nutrient digestibility and yolk fatty acid profile in laying hens. Anim Nutr. 2017 Jun;3(2):127-131
15. Feng J., et al. Dietary oregano essential oil supplementation improves intestinal functions and alters gut microbiota in late-phase laying hens. J Anim Sci Biotechnol. 2021 Jul 6;12(1):72.
16. Migliorini M.J., et al. Oregano essential oil in the diet of laying hens in winter reduces lipid peroxidation in yolks and increases shelf life in eggs. Journal of Thermal Biology [Internet]. 2019. 85:102409.

17. Ramirez S.Y., Peñuela-Sierra L.M., Ospina, M.A. Effects of oregano (*Lippia origanoides*) essential oil supplementation on the performance, egg quality, and intestinal morphometry of Isa Brown laying hens. *Vet World*. 2021 Mar;14(3):595-602
18. Marume U., Mokagane, J.M., Shole, C.O., Hugo, A. *Citrullus lanatus* essential oils inclusion in diets elicit nutraceutical effects on egg production, egg quality, and physiological characteristics in layer hens. *Poultry Science*. 2020 Jun;99(6):3038-46.
19. Bulbul, T., et al. "Effect of myrtle (*Myrtus communis* L.) oil on performance, egg quality, some biochemical values and hatchability in laying quails." *Rev Med Vet* 165.9-10 (2014): 280-288.
20. Ülkü G.; ÇİFTÇİ Ş. Effects of cinnamon and rosemary oils on egg production, egg quality, hatchability traits and blood serum mineral contents in laying quails (*Coturnix coturnix Japonica*). *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2015;62(3):229-36.
21. Hajiaghapour M., Rezaeipour, V. Comparison of two herbal essential oils, probiotic, and mannan-oligosaccharides on egg production, hatchability, serum metabolites, intestinal morphology, and microbiota activity of quail breeders. *Livestock Science*. 2018 Apr; 210:93-8.
22. Osman O., Yildiz, A. Effect of dietary supplementation of essential oils mixture on performance, eggshell quality, hatchability, and mineral excretion in quail breeders. 2014 Jul 11;21(23):13434-9.
23. Durna, A., Ö. Effect of drinking water supplementation of different aromatic plant essential oils on performance and some blood parameters in quail breeders (*Coturnix coturnix japonica*). *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*. 2020 Jan 1;36(1):16-21.
24. Hossain, I., Nahar, M. The Eocene Sylhet Limestone of Jaflong and Adjoining Areas, Sylhet: an Endangered Geoheritage in Bangladesh. *Geoheritage* 6, 317-333 (2014).
25. Javed, A., et al. "In vitro evaluation of the synergistic antimicrobial effect of *Boswellia Sacra* and *Nigella sativa*, essential oil on human pathogenic microbial strains." *Am J Phytomed Clin Ther* 3 (2015): 185-92.
26. Saeed S., et al. Laying performance, egg quality, fertility, nutrient digestibility, digestive enzymes activity, gut microbiota, intestinal morphology, antioxidant capacity, mucosal immunity, and cytokine levels in meat-type Japanese quail breeders fed different phytogetic levels. *Research in Veterinary Science*. 2022 Dec 1;153:74-87.
27. Salih Cengiz, et al. Juniper oil improves oxidative stability and eggshell and albumin quality of quail eggs. *British Poultry Science*. 2015 Jan 2;56(1):58-65.
28. Derelioglu, E., Özlem, T. "Effect of chitosan coatings on quality and shelf-life of chicken and quail eggs." *African Journal of Food Science* 16.3 (2022): 63-70.
29. Akpınar G.C., et al. The use of propolis extract for the storage of quail eggs. *J. Appl. Poult. Res*. 2015;24:427-435.
30. Oliveira G.D.S., et al. Antimicrobial Coating Based on Tahiti Lemon Essential Oil and Green Banana Flour to Preserve the Internal Quality of Quail Eggs. *Animals (Basel)*. 2023 Jun 27;13(13):2123.

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DA MANDIOCA, SEUS PRODUTOS, SUBPRODUTOS E RESÍDUOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

João Vitor da Silva¹; Gerla Castello Branco Chinelate²

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE ; E-mail: jvitorsilva24@gmail.com,

²Docente do curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: gerla.chinelate@ufape.edu.br

Resumo: Cultivada em todas as regiões do País, sendo desenvolvida principalmente em clima tropical, a mandioca tem papel importante na alimentação humana e animal, assim como matéria-prima para diversos produtos industriais. A farinha de mandioca é um símbolo da cultura popular brasileira, principalmente nos estados do Norte e Nordeste do Brasil. A agroindústria de mandioca, gera vários produtos dentre eles os mais conhecidos são a farinha de mandioca, massa puba e a goma de tapioca, através do processamento desses produtos são gerados resíduos sólidos (casca, entrecasca, crueira) e líquido (manipueira) em sua produção. São resíduos que são destinados à alimentação animal e muitas vezes são descartados de forma indevida no solo sem nenhum tratamento prévio, tornando-se uma preocupação para os agricultores, devido ao risco de contaminação do ambiente. Objetivou-se com este estudo fazer uma exploração, através de artigos, teses e revistas sobre o potencial biotecnológico da mandioca, seus produtos, subprodutos e resíduos.

Palavras-chave: mandioca; potencial biotecnológico; resíduos agroindustriais.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) tem ascendências das Américas, no Brasil foi encontrada grande parte de variedades de espécies identificadas do gênero *Manihot*, evidenciando que a raiz seja uma planta nativa do Brasil. A raiz da mandioca é uma fonte primordial para povos indígenas por ser uma boa reserva de carboidratos. Cerca de 300 milhões de pessoas utilizam a raiz como fonte de calorias, principalmente pessoas de baixa renda (1).

O agronegócio da mandioca é rico pela diversidade de produtos e derivados, além disso, é de grande interesse gastronômico principalmente na culinária da região nordeste, o que faz com que haja um aumento na gama de beneficiamentos que valorizem seus produtos e derivados. As raízes têm uma grande relevância no contexto sociocultural e econômico para os agricultores. Algumas variedades são tóxicas se consumidas sem um processamento prévio para que haja a volatilização do ácido cianídrico (HCN). (2)

A mandiocacultura se destaca por proporcionar diversas possibilidades de aproveitamento integral da planta, o interesse geral em toda a parte da planta é dado pela

disponibilidade de produtos provenientes tanto da parte aérea quanto da parte de suas raízes. Diversas indústrias fazem o uso de componentes extraídos da mandioca para o beneficiamento de outros produtos, como a indústrias de papel, da farmácia, empresas de produtos cosméticos, para a fabricação de biogás, biofertilizantes, para a fabricação de embalagem biodegradáveis, dentre outras possibilidades a produção de combustíveis limpos.(2)

A manipueira que é feita no processo de fabricação de farinha de mesa e retirada da fécula da mandioca, é um resíduo líquido que possui nutrientes como nitrogênio, potássio, magnésio, fósforo e cálcio, o que facilita a utilização da mesma como biofertilizante na operação agrícola (2).

O processamento da mandioca, acaba gerando diversos tipos de resíduos, dentre os quais podemos destacar a manipueira, efluente altamente poluidor, com uma elevada carga orgânica e em decorrência da presença do cianeto, gás altamente tóxico para plantas e animais. A manipueira é o resíduo mais deletério ao meio ambiente, em comparação aos demais resíduos originados no processamento da mandioca, ela tem alta carga orgânica e de glicosídeo cianogênico e linamarina, estes propiciam diminuição do oxigênio, morte da fauna aquática, poluição degradação de água acumulada e intoxicação de animais que possam consumir a água que estiver contaminada com a manipueira (2).

CONTEXTO SOCIOCULTURAL E ECONÔMICO DA MANDIOCA

A cultura da mandioca tem um vasto destaque no cenário agrícola brasileiro e internacional, pois é uma grande fonte de carboidratos para a alimentação humana e animal, além de gerar emprego e renda. O cultivo pode ser feito de maneira simples o que facilita a sua produção e beneficia milhares de famílias que dependem exclusivamente da comercialização da mandioca, outro aspecto positivo é a diversidade de aproveitamento desde a etapa de produção até a o resíduo final, produtos como farinha de mandioca, polvilho, mandioca processada e até a manipueira (resíduo) são advindo dessa mesma produção; Ou seja, pensando em uma cadeia cíclica o pequeno produtor faz o cultivo de mandioca, transforma parte do cultivo em novos produtos como farinha de mandioca, comercializa em feiras e aproveita o próprio resíduo (casca e manipueira) para o cultivo de mais matéria prima; Assim várias pequenas produções vão se tornando relevante economicamente para uma determinada região. Salienta que não se pode tratar a pequena produção agrícola como um setor que representa atraso e/ou avesso à modernização no espaço rural (3).

Apesar da produção ser dominada pela agricultura rural familiar, o consumo da mandioca e seus derivados não é feito apenas pelos domicílios da zona rural, estende-se também aos domicílios urbanos. Sua importância como alimento é devido a vários fatores, dentre eles estão: Fonte de energia, a raiz da mandioca é rica em cálcio, fósforo e vitamina

C, além de prevenir doenças cardiovasculares, melhora a energias e disposição, ajuda no controle da diabetes, promove a saúde da pele, unhas e cabelos e melhora a digestão (4).

A mandioca (*Manihot Esculenta*) também conhecida como macaxeira e aipim, nomeação que varia de acordo com a região geográfica é uma planta tuberosa da família das Euphorbiaceae que é consumida em grande escala pelos Brasileiros, principalmente no Nordeste, Sudeste e Centro-oeste. Entretanto, mesmo com esse consumo elevado, não é possível quantificar a produção de mandioca no Brasil, visto que a maioria das produções são feitas por pequenos produtores que não são cadastrados nenhum órgão regulamentador e comercializada em feiras locais (5).

Tratando-se dos parâmetros conhecidos, segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) o Brasil é o quarto maior produtor mundial de mandioca, o que totalizou para o país no ano de 2020 cerca de 10.887.678 Mil reais, dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), sendo assim um produto com extrema importância socioeconômica (6).

Para a produção de alguns derivados como a farinha de mandioca, são necessárias inúmeras tarefas, antigamente uma mesma pessoa conseguia dar conta de todas as tarefas, hoje em dia essas mesmas pessoas que produzia só se tornam um especialista na produção e emprega diversas pessoas que vão cultivar, transformar e vender esses produtos, o que possibilita uma maior produção (5).

Em 2019, o Brasil produziu 18,9 milhões de toneladas de raiz de mandioca, gerando um valor bruto da produção de R\$ 9,23 bilhões segundo o Banco do nordeste, isso contribui significativamente para o crescimento do agronegócio no PIB Brasileiro, que foi cerca de 27,4% em 2022, a maior taxa desde 2004 (6).

COMPOSIÇÃO DA MANDIOCA E RELEVÂNCIA NUTRICIONAL

Existe um ciclo de desenvolvimento que acontece na planta da mandioca, que se divide em cinco fases fisiológicas, onde uma é de repouso vegetativo e a outra quatro ativas. A primeira fase ocorre depois do sétimo dia do plantio, com as primeiras raízes fibrosas, isso contando com favoráveis condições de temperatura e umidade, esta fase se chama brotação da maniva. A segunda fase tem uma duração de em torno de 70 dias, contínua a formação do sistema radicular que é composto pelas raízes fibrosas. A terceira fase tem uma duração de 90 dias com o desenvolvimento da parte aérea da planta. Paralelo a esse desenvolvimento sucede a concentração de algumas raízes fibrosas devido ao agrupamento de amido. Vale salientar que quanto mais tempo a folha da mandioca ficar na planta a quantidade de produtos da fotossíntese vai ser menor e destinada na formação de novos auges de crescimento e trazendo como consequência, mas energia que será conduzida e armazenada na raiz como

reserva, o que resultará em uma produtividade maior de amido. A quarta fase é marcada pelo fato de não haver mais crescimento das raízes em comprimento, somente em diâmetro em razão do desprendimento do amido. Nesta fase decorre a migração das substâncias de reserva para raízes de armazenamento que se inicia na fase três e se sobressai no quinto mês. A fase de repouso é representada na quinta fase, onde a planta revoga sua atividade vegetativa, debilitando a folhagem de forma natural, o que se mantém somente é a migração de elementos da reserva para as raízes. No decurso desta fase é onde a planta armazena a autarcia de amido nas raízes. Após esse ciclo de repouso uma nova fase de crescimento recomeça, é retomada a formação das folhas e ramos, que a princípio acontece mediante amido acondicionados nas raízes e ramos durante a fase quatro (7).

As raízes da mandioca apresentam composição conforme a tabela 1:

Tabela 1 – Composição Centesimal da mandioca

Composição Média	Percentual
Umidade	68,20%
Amido	30%
Cinzas	2%
Proteínas	1,30%
Lipídios	0,20%
Fibras	0,30%

Fonte: Albuquerque et al (1993).

Conforme a tabela 1 a mandioca é uma raiz, consubstancialmente energética, apontando que transcende proporções de carboidratos e polissacarídeos, sendo considerada uma excelente fonte de energia devido ao seu alto teor de amido em sua composição.

CARBOIDRATOS

Os alimentos que contém carboidratos como componentes dominantes são comuns em muitas dietas. Carboidrato alberga, desde monossacarídeos (glicose e frutose), até polissacarídeos, como amilose e amilopectina do amido, e a celulose. Vários polissacarídeos têm em sua composição um só modelo de monômero, como amilose, amilopectina e celulose, enquanto outros são constituídos por monômeros diversos, como as hemiceluloses. Os polissacarídeos são valiosos na organização que possibilita textura apetecível em diversos alimentos. Polissacarídeos são propensos a transformação degradativas, que por várias vezes acontecem no decorrer o processamento de alimentos abundantes em carboidratos, englobam

a gelatinização do amido, a hidrólise de polissacarídeos e a atuação de certas carboidrases (7).

FIBRAS

Juntamente com a lignina, as fibras dizem respeito ao total de polissacarídeos das plantas, sendo resistentes à hidrólise por enzimas digestivas ao trato gastrointestinal. Construídas por elementos majoritários, como a celulose, hemicelulose, pectina e lignina. Podendo ser especificado de acordo com suas conexões com a condição das paredes celulares, de acordo com a sua disposição química e segundo a sua dissolução em água, isso inclui pectinas, hemiceluloses solúveis e polissacarídeos de reserva. Fibras insolúveis captam celulose, lignina e um pouco de hemiceluloses (7).

AMIDO

O amido é responsável pela ascendência de energia em todas as plantas, copioso em raízes, tubérculos e sementes. Dentre os polissacarídeos, o amido é feito em pequenos anexos individuais, chamados grânulos. Nas células das plantas, são condensados, ganham tamanho e forma estabelecida pelo sistema biossintético das plantas e pelas condições físicas exigidas pelo contorno do tecido.

As moléculas de amilose buscam provocar estruturas helicoidais, permanecendo evidências de que se mostra com dupla hélice em solução, podendo ocorrer nesta condição nos grânulos de amido (7).

CELULOSE

A celulose exposta em todas as plantas, sendo o principal elemento estrutural da parede celular. A junção de lignina, hemicelulose e celulose formam as paredes celulares das plantas. A celulose está afiliada à hemicelulose e lignina, tendo em vista que o crescimento desses agrupamentos contribuem com a textura característica dos vegetais, em grande parte. Produzida por cadeias lineares de unidades de (1-4)beta-D-glicopiranosil, a celulose é uma homogênea. A extrema sequência da celulose possibilita farta associação das moléculas, paralelamente, como na celulose vegetal nativa. As moléculas são amorfas e cristalinas, sendo as amorfas mais facilmente afetadas por solventes e reagentes químicos (7).

HEMICELULOSE

Hemicelulose são uma classe de polímeros que se diferenciam por produzirem uma série de pentoses, ao serem hidrolisados, ácidos glicurônicos e poucas maneiras de desoxi-açúcares. A correlação entre elementos da parede celular não é muito conhecida, mas é sabido com segurança que existem ligações físicas e covalentes entre eles. A hemicelulose mais frequente em alimentos possui uma cadeia principal do tipo xilano formado por unidades (1->4) beta-D-xilopiranosil. O polímero em questão abrange constantemente cadeias laterais de beta-L-arabinofuranose juntos na posição 3 de algumas unidades D-

xilosil. Outras partes integrantes são o 4-O-metil-éster do ácido D-glucurônico, D-galactose e grupos acetil-éster (7).

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS

A população mundial cresce cada vez mais, nas últimas décadas junto com o grande desenvolvimento tecnológico e industrial, promovendo um alto consumo e como consequência maior geração de resíduos, tendo um alto teor orgânico, sendo ricos em açúcares, e fibras, com elevado valor nutricional associado a cascas, caules, folhosas, resíduos industriais (8).

O desuso de resíduos agroindustriais corresponde a perdas de nutrientes e biomassa, onde poderiam ser utilizados como possíveis alternativas de compostos bioativos, gerando valor aos produtos finais, uma vez que passassem por tratamento, transporte e tendo em vista que a composição do resíduo influencia o custo do processo (9).

Os resíduos que são gerados pelas indústrias de alimentos no Brasil são de aproximadamente 250 milhões de toneladas/ano, em razão do seu elevado potencial de produção de produtos e recursos renováveis, podendo ter destino benéfico ao meio ambiente e ao homem, produzindo produtos importantes para a indústria de alimentos (10).

É essencial a destinação correta do substrato de extração de metabólito de interesse durante a fermentação. Ocorre uma aceitação elevada para a utilização de resíduos agroindustriais em bioprocessos como polpa de café, bagaço de mandioca, cana de açúcar, por serem substratos sólidos que são ricos em fonte de carbono por apresentar insolubilidade em água e pela capacidade de propiciar o crescimento de microrganismos, sem o acréscimo de nutrientes suplementares (11).

A utilização de resíduos agroindustriais juntamente com as inovações biotecnológicas tem como resultado na produção de diversos compostos químicos de interesse industrial como etanol, proteínas, enzimas, ácidos orgânicos, aminoácidos, metabólitos secundários biologicamente ativos e compostos de aroma, além de ajudar na solução excesso de disposição destes substratos (11).

Atualmente é bastante abordado devido à preocupação com a contaminação ao meio ambiente, incessantemente pesquisados vêm buscando desenvolver alternativas tecnológicas que sejam capazes de reduzir a geração de resíduos e seu tratamento. A biotecnologia vem ganhando espaço por ser uma técnica aplicada em resíduos orgânicos sólidos ou líquidos, regulando os requisitos legais e as normas de qualidade ambiental, baseada na aplicação de microrganismos com potencial de degradação de matéria orgânica (12).

CONCLUSÕES

A utilização de resíduos das agroindústrias de mandioca é necessária, pois diversas opções podem ser usadas para a valorização de resíduos agroindustriais por meio do seu aproveitamento. O beneficiamento de resíduos gerados da mandioca pode contribuir para a redução da poluição ambiental, além de permitir a valorização econômica do resíduo tornando-o um subproduto economicamente viável. Esta estratégia é muito importante, pois

agrega valor aos processos agroindustriais, permitindo uma fonte de renda extra para os produtores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a minha família por toda torcida e apoio, especialmente meus pais que acreditam e vibram por cada conquista minha, e a minha orientadora Prof^ª. Dr. Gerla Castello pela oportunidade e confiança depositada em mim.

REFERÊNCIAS

1. LIMA, URGEL. Matérias-primas dos alimentos. 1º ed., São Paulo, Edgard blucher Ltda., 2010, p35.
2. DE ARAÚJO PINHO, M. M. C. Reaproveitamento de Resíduo do Processamento da Mandioca (Manipueira): Avaliação de Impactos químicos e microbiológicos no solo e Utilização como Fertilizante. 56, 2007.
3. GAMEIRO, A H.; CARDOSO, C. E. L.; BARROS, G. S. C.; GUIMARÃES, V. A ;A indústria do amido de mandioca. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2003, p90. (Documentos 6).
4. Modesto Junior, Moises Souza, and Raimundo Nonato Bruto Alves. “Cultura da Mandioca.” Aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistema de cultivo, manejos de pragas e doenças agoindustriais., 1º ed., Embrapa Amazônia Oriental, 2016, file:///C:/Users/clari/Downloads/Livro-Mandioca-2016.pdf. Acessado: 10.10.2023.
5. BORGES, M. DE F.; FUKUDA, W. M. G.; ROSSETTI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 11, p. 1559–1565, 2002.
6. Manipueira, um líquido precioso - Portal Embrapa. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18147209/manipueira-um-liquido-precioso> Acessado: 10.10.2023
7. FENIMAN, C. M. **Caracterização de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita.** Tese (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 83. 2004
8. ROSA, M. F. et al. Valorização de resíduos da agroindústria. In: Simpósio internacional sobre gerenciamento de resíduos agropecuários e agroindustriais – SIGERA, II, 2011, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Embrapa, v. 1. 2011
9. (9)NUNES, R. M; GUARDA E. A; SERRA, J.C; MARTINS, ÁLVARO ALVES. Resíduos agroindustriais: potencial de produção do etanol de segunda geração no Brasil. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 14, n. 22, p. 113-238, jul./dez. 2013.



10. TAMANINI, C; HAULY, M. C. de O. Resíduos agroindustriais para produção biotecnológica de xilitol. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 25, n. 4, p. 315-330, out./dez. 2004.
11. MEDEIROS, A.P; PANDEY, A. FREITAS, R. J.S, CHRISTEN, P, SOCCOL, C. R. Optimization of the production of aroma compounds by *Kluyveromyces marxianus* 63 in solid-state fermentation using factorial design and response surface methodology. *Biochemical Engineering Journal* 6. 33–39. (2000).
12. SILVA, J. S; SANTOS, S. da S; GOMES, F. G. G. A biotecnologia como estratégias de reversão de áreas contaminadas por resíduos sólidos. *REGET* - V. 18 n. 4, p.1361-1370. Dez. 2014.

POTENCIAL PREBIÓTICO DOS FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS (FOS) ADICIONADOS EM PRODUTOS LÁCTEOS: UMA REVISÃO

Diogo Marques da Silva¹; Allana Thais Pereira da Silva²; Tainara de Brito Dourado³; Marianne de Siqueira Rodrigues⁴; Gerla Castello Branco Chinelate⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UFape; E-mail: diogoengdealimentos@gmail.com,

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UFape; E-mail: allanapera79@gmail.com;

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UFape; E-mail: tainaradourado1@gmail.com;

⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UFape; E-mail: msrodrigues2119@gmail.com

⁵Professora na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFape; E-mail: gerla.chinelate@ufape.edu.br

Resumo: Os fructooligossacarídeos (FOS) são oligossacarídeos de ocorrência natural, que possuem propriedades prebióticas, uma vez que promovem de forma seletiva o crescimento de probióticos como o *Acidophilus* e o *Bifidus*. São considerados um dos mais relevantes para a indústria de alimentos, possuindo características que permitem a sua aplicação em várias áreas. Os FOS são açúcares não convencionais, que não são metabolizados pelo nosso organismo humano e nem calóricos. Devido aos seus efeitos benéficos, eles são frequentemente relacionados a nossa microbiota intestinal, principalmente quando se trata de pessoas que possuem a síndrome metabólica de origem múltipla, o *Diabetes Mellitus* (DM). Através desta revisão pode-se analisar a eficiência dos FOS e a sua utilização em derivados lácteos, enriquecendo seus atributos funcionais, e contribuindo diretamente para a melhoria em suas características sensoriais. A pesquisa foi realizada na base do SciELO, Portal Capes e eduCAPES se restringindo a estudos de livre acesso publicados, usando “fructooligosaccharides”, “Prebióticos em lácteos”, “Lácteos adicionados de fructooligossacarídeos”, “Benefícios dos FOS”, “Alimentos funcionais”, “FOS e saúde intestinal”, “milk” e “FOS fibra solúvel” como palavras-chave. Este estudo tem como objetivo conceituar os fructooligossacarídeos, analisar estudos sobre as propriedades e benefícios quando incorporados em produtos lácteos, realizar uma análise de mercado de produtos com esta fibra, assim como, pleitear implicação e inovação da incorporação em diferentes tipos de produtos lácteos.

Palavras-chave: açúcar não convencional; alimento funcional; fibra solúvel; oligossacarídeos; prebióticos

INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma grande preocupação em todo o mundo com a saúde e a qualidade de vida, resultando em um crescimento gradativo em relação ao cuidado da

população com os alimentos que são consumidos. Em resposta a esta grande demanda dos consumidores por estes alimentos mais saudáveis e de calorias controladas, inúmeros adoçantes alternativos têm surgido desde os anos 80 e, entre eles, diversos oligossacarídeos. Destes oligossacarídeos pode-se destacar os frutooligossacarídeos (FOS), que são importantes principalmente por suas propriedades funcionais, mais do que pela sua doçura (1).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária define em seu regulamento técnico ao estabelecer as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedade funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, o alimento funcional é dito como “aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutritivas básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica” (2). Neste mesmo documento, a ANVISA diz que “a alegação de propriedades funcionais e ou de saúde é permitida em caráter opcional, porém, no caso de uma nova propriedade funcional, há uma necessidade de comprovação científica da alegação de propriedades funcionais e ou de saúde e da segurança de uso, segundo as Diretrizes Básicas para Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos. As alegações podem fazer referências à manutenção geral da saúde, ao papel fisiológico dos nutrientes e não nutrientes e à redução de risco a doenças. Não são permitidas alegações de saúde que façam referência à cura ou prevenção de doenças” (2).

Uma segunda definição de acordo com (3), os alimentos funcionais são equivalentes a alimentos que são processados industrialmente ou então naturais que, quando são consumidos regularmente dentro de uma dieta equilibrada e diversificada, em níveis eficazes, possui efeitos potencialmente positivos na saúde além também de suprir a nutrição básica. Este grupo de alimentos inclui produtos com os compostos bioativos naturalmente presentes, como os antioxidantes, alimentos com substâncias bioativas, incluindo probióticos, como também os alimentos convencionais aos quais foram adicionados prebióticos, como por exemplo, os frutooligossacarídeos. A venda de alimentos funcionais tem aumentado exponencialmente em todo o mundo (3).

Segundo (4), os alimentos funcionais contribuem no funcionamento fisiológico e metabólico, resultando em benefícios tanto para a saúde física quanto mental, pode prevenir também o surgimento de algumas doenças crônicas degenerativas, uma vez que apresentam em sua composição substâncias bioativas tais como: fitoquímicos, prebióticos, probióticos, ácidos graxos poli-insaturados, vitaminas antioxidantes, entre outras substâncias que são responsáveis por sua funcionalidade. Todavia, esses alimentos funcionais não devem ser utilizados para o tratamento de doenças agudas ou para cuidados paliativos.

Entre as classes dos alimentos funcionais, os produtos lácteos se destacam e estão sendo reconhecidos por pesquisas e profissionais da saúde como uma importante fonte para nutrição humana, especialmente a gordura e a proteína, componentes que estão intimamente relacionados às suas propriedades benéficas e que, por isso, poderiam veicular compostos com propriedades funcionais (5). O leite e os produtos lácteos têm sido considerados como as principais fontes de nutrientes, por exemplo, proteínas, ácido linoleico conjugado, ácidos graxos especiais e vitaminas. O consumo regular de três ou mais produtos lácteos por dia é propício para a ingestão de energia e nutrientes necessários para o nosso organismo (6).

De acordo com (7), “Os frutooligossacarídeos (FOS) são ingredientes adicionados ou nutrientes indigeríveis naturalmente presentes em determinados alimentos. São oligossacarídeos resistentes, ou seja; carboidratos complexos de configuração molecular que

os torna resistentes à ação hidrolítica das enzimas salivar e intestinal, atingindo o cólon de forma intacta. São denominados também de açúcares não convencionais e têm tido grande impacto na indústria do açúcar devido às suas características funcionais em alimentos, além de seus aspectos físicos, fisiológicos e organolépticos. Os FOS podem ser encontrados naturalmente em alguns alimentos como frutas e hortaliças e, principalmente nas plantas comestíveis das famílias *Liliaceae*, *Amaryllidaceae*, *Gramineae* e *Compositae*. As fontes mais comuns incluem: banana, alho, cebola, trigo, tomate, alho poró, mel, alface, beterraba, maçã, açúcar mascavo, centeio, cevada, cerveja, aspargos, alcachofra, chicória, bardana, triticale, yacon, aveia e leite humano”.

O conceito prebiótico é baseado no fato de que estes ingredientes não são digeríveis e podem ser empregados para promover a manutenção de bactérias como *Bifidobacterium ssp.* e *Lactobacillus ssp.* As fibras dos frutooligossacarídeos (FOS) são classificadas como prebióticas, pois contribuem para o equilíbrio intestinal e visto que são fibras solúveis elas não são aproveitadas pelo organismo, não alteram o valor calórico do leite, nem aumentam o nível de açúcar no sangue e podem aumentar a absorção de cálcio, além disso, podem servir como substrato para microrganismos benéficos como os probióticos (8).

Os frutooligossacarídeos (FOS) possuem características que permitem a sua aplicação em várias áreas. Ao realizar esta revisão de literatura, foi possível identificar a aplicação e a sua forma de contribuição em cada alimento lácteo, como por exemplo em iogurte, queijo, kefir e filmes comestíveis para revestimento de queijo, etc.

Por fim, é evidente para todos que a ciência e a tecnologia de alimentos estão gradativamente avançando, por isso, esta revisão surge como uma etapa que é imprescindível para garantir a precisão, integridade e principalmente a relevância das descobertas. Este estudo tem como objetivo conceituar os frutooligossacarídeos, analisar estudos sobre as propriedades e benefícios dos FOS quando incorporados em produtos lácteos, os efeitos da sua ingestão na saúde intestinal, assim como, pleitear implicação e inovação da incorporação em diferentes tipos de produtos lácteos.

METODOLOGIA APLICADA

Para este estudo foi realizado uma revisão de trabalhos já publicados nas áreas de inovação, ciência, tecnologia, caracterização e elaboração de novos alimentos lácteos funcionais, adicionados dos frutooligossacarídeos, através das plataformas como SciELO, Portal Capes e eduCAPES. Foram utilizadas combinações de palavras-chaves para que houvesse um melhor desempenho na pesquisa. As palavras-chaves incluídas foram as seguintes: “fructooligosaccharides”, “Prebióticos em lácteos”, “Lácteos adicionados de frutooligossacarídeos”, “Benefícios dos FOS”, “Alimentos funcionais”, “FOS e saúde intestinal”, “milk” e “FOS fibra solúvel”. Foram encontradas um total de 50 artigos, revisões de literatura e dissertações onde foram selecionados 36 documentos. Foi efetuado também um levantamento no Google para verificar a disponibilidade no mercado atual de lácteos adicionados com fos.

Após a seleção dos estudos, conforme os critérios de inclusão definidos acima, foram realizadas nessa ordem: uma leitura investigativa para compreensão acerca do tópico da pesquisa, leitura seletiva, para uma coleta de dados mais definida e pôr fim a leitura interpretativa.

FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS (FOS)

Frutooligossacarídeos (FOS) são oligossacarídeos de ocorrência natural, principalmente, em produtos que são de origem vegetal (9). Eles são chamados açúcares não convencionais e têm tido impacto na indústria do açúcar devido às suas excelentes características funcionais em alimentos, além de seus aspectos fisiológicos e físicos (10).

De acordo com (11), os FOS podem ser divididos em dois grupos do ponto de vista comercial: o 1º grupo é o preparado por hidrólise enzimática de inulina, e consiste de unidades lineares de frutose com ou sem uma unidade final de glicose. O 2º grupo é preparado por reação enzimática de transfrutossilagem em resíduos de sacarose, e consiste tanto de cadeias lineares como de cadeias ramificadas de oligossacarídeos, com grau de polimerização variando entre 1 e 5 unidades de frutose.

Logo abaixo (Figura 1), temos o nome comum dos FOS que são dados apenas aos oligômeros de frutose que são compostos de 1-kestose (GF2), nistose (GF3) frutofuranosil nistose (GF4), em que as unidades de frutose (F) são ligadas na posição beta-2,1 da sacarose, o que distingue de outros oligômeros.

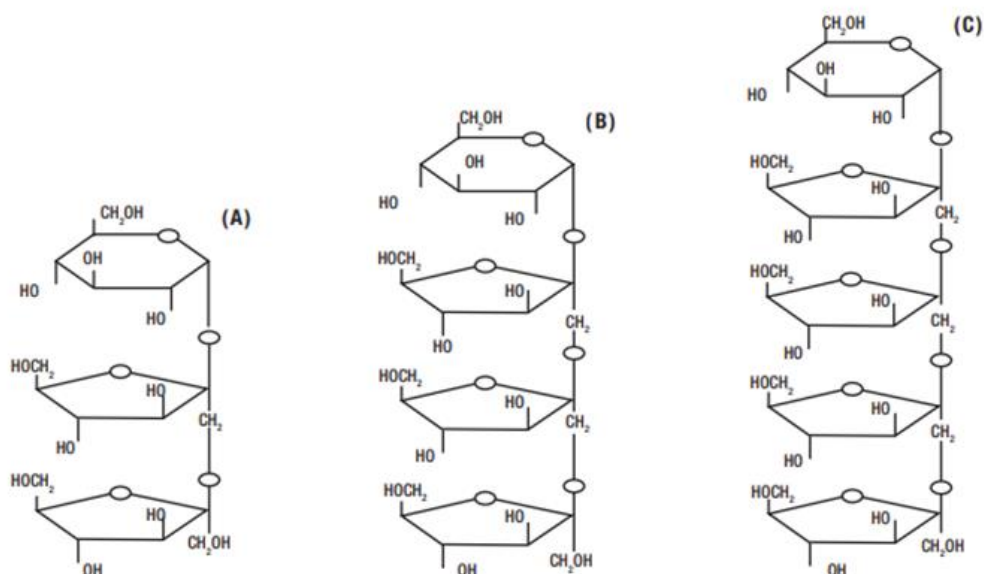


Figura 5 – Estrutura química dos principais frutooligossacarídeos: 1-kestose (A), nistose (B) e frutofuranosil nistose (C).

Fonte: (12).

Os Frutooligossacarídeos (FOS) consistem de moléculas de sacarose, nas quais uma ou duas outras unidades de frutose são adicionadas por ligações β -(2-1) à molécula de frutose da sacarose. Ao que diz respeito ao grau de polimerização tem uma variância de 2 a 10 unidades. Os derivados de sacarose são comumente encontrados naturalmente em vegetais e plantas como por exemplo alcachofra, raiz de chicória, dália, dente de leão, alho, cebola, banana e outras. Todavia, a quantidade encontrada nesses alimentos é bastante pequena, ocasionando assim consumo elevado para se obter o efeito funcional esperado. O FOS pode, no entanto, possuir a alternativa de ser extraído desses alimentos e concentrado (13).

Esse composto tem grande resistência às enzimas salivares e digestivas, justamente pela sua configuração molecular, que acarreta na não digestão pelo organismo humano,

chegando ao intestino grosso intacto, podendo ser possível a fermentado pelas bactérias anaeróbicas presentes no cólon, chamadas de bifidobactérias, desempenhando um papel funcional no organismo (14).

A obtenção industrial de FOS tem sido bastante estudada e existem diversas maneiras de produzir em grande escala, como exemplo, a produção por intermédio de enzimas livres que além de ter suas cepas que a produzem, outras novas estão sendo pesquisadas para a potencialização da síntese de FOS e β -frutofuranosidase (Fase), para proporcionar o amparo adequado para à crescente demanda da indústria (15).

Outro exemplo de obtenção é por meio de enzimas imobilizadas, a imobilização dessas enzimas para a produção de FOS é algo desejável, pois apresenta inúmeras vantagens quanto o uso de enzimas solúveis, como o aumento da estabilidade da enzima, recuperação facilitada do produto e a reutilização do biocatalisador, reduzindo o custo total do processo (16).

Ainda sobre a obtenção industrial temos a produção de FOS por células imobilizadas. O uso de células inteiras imobilizadas para a produção de FOS introduz algumas vantagens tecnológicas para o bioprocessamento, melhorando os procedimentos de separação e purificação, além da possível reutilização, reduzindo os custos do processo. As células inteiras imobilizadas induzidas para sistemas enzimáticos específicos são uma alternativa econômica para a síntese de FOS (17).

Por fim, existe a fermentação em estado sólido (FES) que é o processo de crescimento de microrganismos sob substratos sólidos sem a presença de água livre. A FES é atrativa por ter um custo baixo, preparo simples, menor risco de contaminação e pouco uso de água. A FES é estudada como uma alternativa atraente para produzir FOS com rendimento e produtividade mais elevados (18).

APLICAÇÃO DOS FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS (FOS) EM PRODUTOS LÁCTEOS

A sua aplicabilidade nos alimentos é bastante extensa, podendo ser utilizados em inúmeras formulações, tais como: derivados de leites como iogurtes, sorvetes, queijos e outros produtos, como também em assados, sucos, chocolates, sobremesas, balas, chicletes, temperos, barras de cereais com diversas finalidades, etc.

Segundo Mazza (19), produtos lácteos fermentados, tais como buttermilk, kefir e outros tipos de leites fermentados, e especialmente o iogurte, têm sido o foco de muitos estudos em termos de suas alegações fisiológicas funcionais. Em contraste com os compostos biologicamente ativos que o leite já possui, os efeitos promotores da saúde dos produtos lácteos fermentados podem ser relacionados com a atividade biológica das bactérias empregadas na produção desses alimentos e os metabólitos gerados durante o processo de fermentação.

A tabela 1 foi organizada de forma a exemplificar e elencar as principais contribuições dos FOS em diferentes tipos de produtos lácteos e derivados.

Tabela 6 – Influência da adição de FOS em produtos alimentícios

Item	Contribuição	Referência
Iogurte skyr	Impacto positivo na textura e sinérese.	(20)

Kefir simbiótico de leite de bovino e caprino	Sobrevivência dos probióticos e efeito positivo no índice de consistência das amostras.	(21)
Iogurte grego	Produto mais consistente, elástico, viscosos e firmes.	(22)
Filmes comestíveis para o revestimento de queijo	Redução da perda de peso e na preservação das propriedades de maciez e cor.	(23)
Iogurte	Pode ser potencialmente utilizado para o tratamento de constipação.	(24)

Fonte: (20); (21); (22); (23); (24).

Na indústria de leite e derivados, o enriquecimento do iogurte com prebióticos é uma tendência que se tornou um componente comum nesse produto. Pereira et al. (20), elaboraram um iogurte skyr com a adição de polpa de manga, frutooligossacarídeos e edulcorantes naturais, com o escopo de averiguar as características sensoriais e físicas. Com a adição dos FOS, obtiveram um impacto positivo na textura e sinérese do iogurte desenvolvido.

Buran et al. (21), utilizaram *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium bifidum* juntamente com frutooligossacarídeo, de forma individual para desenvolver um kefir simbiótico de leite de bovino e caprino. Concluíram que com relação às contagens de probióticos e propriedades reológicas, enquanto o leite caprino suportou a sobrevivência dos probióticos, o leite bovino teve um efeito positivo no índice de consistência das amostras. Consequentemente, esses ingredientes podem ser utilizados para fornecer feito simbiótico nos kefirs, aprimorando os aspectos deste produto, como o sabor, reologia e o conteúdo probiótico.

Em outro estudo, Costa et al. (22), avaliaram os efeitos de alguns prebióticos como o frutooligossacarídeo, xilooligossacarídeo, polidextrose e galactooligossacarídeo, na qualidade do iogurte grego. Com a adição de frutooligossacarídeos, obtiveram produtos mais consistentes, firmes, viscosos e elásticos. Sendo assim, demonstraram ser uma ótima alternativa tecnológica para a fabricação de iogurtes gregos prebióticos.

Ceylan e Atasoy (23), verificaram a concentração da inulina e frutooligossacarídeo para a utilização em filmes comestíveis à base de caseinato de sódio e o seu uso para o revestimento de queijo processado fatiado. Os resultados encontrados demonstraram ser viável, pois obtiveram resultados eficazes na redução do peso e também na conservação das propriedades como maciez e cor do queijo.

Li et al. (24), averiguaram em seus estudos os efeitos do iogurte quando submetido a sete cepas probióticas e seis tipos de fibras alimentares incluindo os frutooligossacarídeos

na constipação funcional. Concluíram que o iogurte pode ser potencialmente utilizado para o tratamento de constipação.

ANÁLISE DE MERCADO NACIONAL

Tendo em vista os produtos funcionais que atualmente são comercializados com a adição de frutooligossacarídeos e com o objetivo de propiciar um alimento mais saudável aos consumidores, foi realizada uma pesquisa investigatória com o objetivo de catalogar marcas que possuam registro de comercialização.

Desta forma, a tabela 2 foi organizada de forma a exemplificar os produtos disponíveis no mercado em diferentes variedades de lácteos e derivados.

Tabela 2 – Produtos lácteos disponíveis no mercado

Produto	Marca
Bebida láctea Staymune	Santa Clara
Iogurte probiótico de coco com baunilha	Fresco
Iogurte probiótico coco e damasco	Fresco
Iogurte probiótico manga e maracujá	Fresco
Iogurte Nestlé com cereal colorido	Chamyto
Pó para preparo de iogurte banana Planted Based	Inédito Foods
Composto lácteo com vitaminas, minerais e fibras	Nestlé

Fonte: própria.

CONCLUSÃO

As evidências científicas encontradas nesta revisão de literatura demonstraram que os frutooligossacarídeos, possuem características úteis para serem utilizadas em alguns produtos lácteos, justamente por serem ingredientes de baixo porte energético e capazes de exercer várias propriedades funcionais, principalmente o equilíbrio da microbiota intestinal. Além dessas propriedades que os tornam tão atrativas, alguns estudos foram e estão sendo realizados para comprovar os efeitos desses nutrientes sobre algumas enfermidades. Estas descobertas tem implicações significativas para a indústria de alimentos como também para a área dos alimentos funcionais.

Na primeira tabela é notável as suas vantagens em relação a sua aplicação, porém, na segunda tabela observamos que atualmente no mercado nacional não existem tantas opções disponíveis para o consumo. Por isso, é imprescindível a realização de mais pesquisas como também a caracterização e elaboração de novos produtos funcionais, bem como estudar uma

dosagem recomendável para evitar possíveis desconfortos no sistema digestivo do consumidor.

Entretanto, como toda pesquisa, esta revisão possui algumas limitações. Devido aos poucos estudos publicados na área de lácteos. Estas limitações sugerem que há espaço para pesquisas futuras.

Por fim, ao analisar estes estudos publicados é possível constatar a viabilidade e as contribuições quando são adicionados os frutooligossacarídeos em produtos lácteos, devido a sua interação com as substâncias probióticas é notável o aumento na eficiência do alimento, quanto às suas características nutricionais e por conseguinte a influência na saúde dos consumidores.

AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente a minha orientadora Profa. Dra. Gerla Castello Branco Chinellate, cuja orientação, sabedoria e ensinamentos foram fundamentais para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho. Obrigado pela oportunidade, confiança, e paciência que permitiram meu crescimento como pesquisador. Muito obrigado!

A Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), em especial ao Grupo de Estudos, Pesquisa, Extensão e Inovação em C&T de Lácteos e Biotecnologia Industrial, pela oportunidade de desenvolver este estudo.

Um agradecimento em especial as minhas amigas Allana Pereira, Tainara Brito e Marianne Rodrigues, que estiveram ao meu lado durante esta jornada acadêmica, oferecendo apoio.

Por fim, gostaria de expressar a minha sincera gratidão a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização desta revisão de literatura.

REFERÊNCIAS

1. Passos LML, Park YK. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. *Ciência Rural*. 2003;33:385-390.
2. Ministério da Saúde (BR). Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999. 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*. 30 de abril 1999;Seção 3.
3. Rodríguez LGR, Gasga VMZ, Pescuma M, Van NC, Mozzi F, Burgos, JAS. Fruits and fruit by-products as sources of bioactive compounds. Benefits and trends of lactic acid fermentation in the development of novel fruit-based functional beverages. *Food Research International*. 2021; 140:109854.
4. Vidal AM, Dias DO, Martins ESM, Oliveira RS, Nascimento RMS, Correia MGS. Ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. *Ciências Biológicas e da saúde*. 2012;43:52.

5. Pozzo DNO. O perfil do consumidor de alimentos funcionais: um estudo bibliográfico das tendências mundiais. *Revista Cadeia Produtiva*. 2012;1:15.
6. Boudebbouz A, Boudalia S, Bousbia A, Habila S, Boussadia MI, Gueroui Y. Heavy metals levels in raw cow milk and health risk assessment across the globe: A systematic review. *Science of the Total Environment*. 2021; 751, 141830.
7. Fortes RC, Muniz LB. Efeitos da suplementação dietética com frutooligosacarídeos e inulina no organismo humano: estudo baseado em evidências. *Comun. Ciência Saúde*. 2009;241:252.
8. Gallina DA, Alves ATS, Trento FKHS, Carusi J. Caracterização de Leites Fermentados Com e Sem Adição de Probióticos e Prebióticos e Avaliação da Viabilidade de Bactérias Láticas e Probióticas Durante a Vida-de-Prateleira. *Revista UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde*. 2011;239:244.
9. Hartemink R, Vanlaere KMJ, Rombouts FM. Growth of enterobacteria on fructo-oligosaccharides. *Journal of Applied Microbiology, Wageningen*. 1997;367:374.
10. Spiegel JE. Safety and benefits of frutooligosaccharides as food ingredients. *Food Techn, Boston*. 1994;85:89.
11. Passos, Luciana ML, Park YK. Frutooligosacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. *Ciência Rural*. 2003;385:390.
12. Fortes RC, Muniz LB. Efeitos da suplementação dietética com frutooligosacarídeos e inulina no organismo humano: estudo baseado em evidências. *Comun. Ciência Saúde*. 2009;241:252.
13. Ferreira CLLF, Portugal JAB, Castro MCD, Silva PHF, Savino AC, Neves BS, Arcuri EF. Tecnologia para produtos lácteos funcionais: probióticos. *O Agronegócio do leite e os alimentos lácteos funcionais, Juiz de Fora: EPAMIG - Centro Tecnológico – ILCT*. 2001;183:203.
14. Burigo T. Efeito bifidogênico do frutooligosacarídeos na microbiota intestinal de pacientes com neoplasia hematológica. *Revista de Nutrição, Campinas*. 2007; 491:497.
15. Bhalla TC, Thakur N, Savitri, Thakur N. Invertase of *Saccharomyces cerevisiae* SAA-612: Production, characterization and application in synthesis of fructo-oligosaccharides. *LWT-Food Science and Technology*. 2017;178:185.
16. Santos MP, Fe EAO, Ucíá CAE, Ana PJEO, Jesús J, Ballesteros AO, Plou FJ. Levan versus fructooligosaccharide synthesis using the levansucrase from *Zymomonas mobilis*: effect of reaction conditions. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*. 2015;18:25.

17. Castro CC, Nobre C, Duprez ME, Weireld G, Hantson AL. Screening and selection of potential carriers to immobilize *Aureobasidium pullulans* cells for fructo-oligosaccharides production. *Biochemical Engineering Journal*. 2017;82:90.
18. Gomes R. Produção biotecnológica de frutooligosacarídeos: review. *Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia*. 2019;1:17.
19. Mazza G. *Functional foods: biochemical & processing aspects*. Lancaster: Technomic Publishing Company. 1998.
20. Pereira CTM, Pereira DM, Medeiros AC, Hiramatsu EY, Ventura MB, Bolini HMA. Skyr yogurt with mango pulp, fructooligosaccharide and natural sweeteners: Physical aspects and drivers of liking. 2021;150,112054.
21. Buran İ, Akal C, Ozturkoglu BS, Yetisemiyen, A. Rheological, sensorial and volatile profiles of synbiotic kefir produced from cow and goat milk containing varied probiotics in combination with fructooligosaccharide. 2021;148,111591.
22. Costa MF, Pimentel TC, Guimaraes JT, Balthazar CF, Rocha RS, Cavalcanti R. N, et al. Impact of prebiotics on the rheological characteristics and volatile compounds of Greek yogurt. 2019;371:376.
23. Ceylan HG, Atasoy AF. Optimization and characterization of prebiotic concentration of edible films containing *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12® and its application to block type processed cheese. *International Dairy Journal*. 2022;134,105443.
24. Li Y, Yu Y, Wu X, Liu B, Ma H, Zhao X, et al. Applied nutritional investigation Specially designed yogurt supplemented with combination of pro-and prebiotics relieved constipation in mice and humans. 2022;103,111802.

EFEITO DO BRANQUEAMENTO E TRATAMENTO ÁCIDO EM AMÊNDOAS DE CACAU NÃO FERMENTADAS NA COR, NO PH E NOS COMPOSTOS FENÓLICOS

Mariana Rocha Manzo Henriques¹; Ayra Silva Feliciano²; Maria Emília Rodrigues Valente³; Pollyanna Ibrahim Silva⁴

¹ Estudante do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFES.

² Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCAE – UFES.

³ Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – CCAE – UFES

⁴ Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – CCAE – UFES

Resumo: O chocolate Ruby, produzido pela empresa Callebaut, é feito a partir de sementes de cacau não fermentadas ou sub fermentadas da árvore *Theobroma cacao L.* submetidas a tratamento com solução ácida, que preserva parte de seu conteúdo fenólico, embora seu processo produtivo exato seja desconhecido. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do branqueamento e do tratamento com ácido cítrico aplicado em sementes de cacau não fermentadas no pH, na cor e no teor de compostos fenólicos. Para tanto, foram realizados tratamentos de imersão em ácido cítrico com concentração variando entre 0 e 3 M em amostras branqueadas e não branqueadas. Após a secagem das amêndoas não fermentadas, foram feitas análises de pH, cor e teor de compostos fenólicos. As amostras branqueadas apresentaram comportamento de queda de pH à medida que a concentração de ácido cítrico foi aumentada, o que não ocorreu nas amostras que não passaram por tratamento térmico. Em relação aos parâmetros de cor, as amostras branqueadas obtiveram valores de luminosidade superiores às amostras não branqueadas, devido ao controle do escurecimento enzimático causado pelo branqueamento. As coordenadas a e b apresentaram valores crescentes à medida que se aumentou a concentração de ácido cítrico apenas nas amostras branqueadas, o que conferiu a essas amostras uma cor rosa. Os resultados também mostraram que as amostras branqueadas apresentaram teores de compostos fenólicos superiores.

Palavras-chave: tratamento térmico; chocolate Ruby; polifenóis.

INTRODUÇÃO

O chocolate está na lista de guloseimas preferidas de pessoas de todas as idades, do Brasil e do mundo (1). Esse produto tornou-se apreciável ao paladar europeu apenas com a adição de açúcar de cana, canela e anis, passando a ser guloseima. A partir daí, o chocolate virou uma paixão mundial, sendo elevado ao patamar da alta gastronomia (2).

A fabricação do chocolate se dá pelo processamento das sementes de cacau vindas do fruto do cacauzeiro, *Theobroma cacao L.*, que é uma árvore tropical. Após a colheita dos frutos, é feita a extração das sementes junto da polpa para que sejam realizadas as operações de fermentação, secagem e torra. Essas são essenciais não somente para a formação do sabor característico dos produtos de cacau, como também para formação de compostos que contribuem para o desenvolvimento desse sabor (3).

Assim como outros tipos de chocolate, o chocolate Ruby é feito a partir de sementes de cacau da árvore *Theobroma cacao L.*, porém seu processo produtivo exato é desconhecido. Em 2012 a empresa Callebaut obteve uma patente europeia para um processo específico de produção de alimento derivado do cacau. Ao contrário de como é feito na fabricação do chocolate comum, para confecção do chocolate Ruby utiliza-se sementes de cacau não fermentadas ou sub fermentadas, ou seja, não fermentadas por mais de 3 dias (4).

Para chegar a esse resultado, é introduzido um tratamento da semente de cacau com uma solução ácida como etapa adicional no processamento. Realiza-se uma pulverização ou lavagem com solução ácida (ácido cítrico ou ácido fosfórico, por exemplo) sob condições de pH, tempo e temperatura adequadas, as quais não são divulgadas pela empresa. Esse tratamento resultará em nibs de cacau com uma tonalidade vermelha ou roxa, pois ele promove a preservação do conteúdo de polifenóis presente nas sementes de cacau in natura (5).

Os polifenóis ocorrem naturalmente em uma variedade de frutas, legumes, nozes, sementes, flores, cascas, e em alguns alimentos industrializados, como componentes dos ingredientes naturais utilizados. Eles são produtos do metabolismo secundário das plantas e surgem biogenicamente de duas vias sintéticas primárias: a via do chiquimato e a via do acetato (6) (7). Os polifenóis presentes na semente de cacau contribuem com cerca de 12% a 18% de seu peso seco, dos quais, 37% são flavonóis, 4% antocianinas e 58% procianidinas, sendo os flavonóides a classe mais importante de polifenóis do cacau (7) (8). Ácidos fenólicos, glicosídeos, fenóis simples e isocumarinas também estão presentes, mas em pequenas quantidades (9).

Os teores de polifenóis presentes no cacau podem variar de acordo com os fatores agrônômicos e ambientais como a origem geográfica, a variedade da planta, o clima, o tipo de solo e a região de plantio. Assim como os fatores do processo da transformação do cacau em chocolate também podem influenciar no teor de polifenóis dos produtos finais (10) (11).

O processo de fermentação reduz o teor de polifenóis, e, dependendo do tempo de fermentação, a quantidade de epicatequina e a catequina – compostos fenólicos da classe dos flavonóis, que atuam como antioxidante - também sofrem uma drástica redução. Uma amêndoa de cacau minimamente fermentado contém 9,5% de flavonóis e antocianinas, após a fermentação essa porcentagem cai para 1,6% (12) (13).

O controle da etapa de fermentação, ou a utilização das amêndoas não fermentadas, combinada ao tratamento com ácidos orgânicos, a fim de minimizar a degradação de flavonoides, são as duas etapas principais para a produção do chocolate Ruby (4).

Para utilização de sementes de cacau não fermentadas, é indispensável o emprego de tratamentos prévios, com a finalidade de preservar os compostos fenólicos presentes na semente in natura sem prejudicar o sabor do produto final. O presente trabalho teve como objetivo realizar branqueamento e tratamento com ácido em diferentes concentrações para avaliar as variações da cor, do pH e dos compostos fenólicos presentes nas amêndoas de cacau não fermentadas a fim de tentar obter amêndoas com coloração adequada para, futuramente, se produzir chocolates de coloração rosa e com alto teor de polifenóis.

MATERIAL E MÉTODOS

O cacau foi colhido no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), campus de Alegre. Após um período de armazenagem de uma semana, com objetivo de reduzir a quantidade de

polpa no fruto, ocorreu a pré-seleção, lavagem dos frutos em água corrente e sanitização com solução clorídrica de 2,5%. Os frutos foram então partidos e as sementes extraídas e despulpadas com auxílio de uma batedeira planetária. Para a realização dos tratamentos, as amostras foram divididas em 10 unidades experimentais de cerca de 125 gramas cada, conforme Tabela 1, com duas repetições.

Tabela 7 – Concentração de ácido cítrico e ocorrência de branqueamento para cada unidade experimental.

Amostra	Branqueamento	Concentração de ácido cítrico
A1	Não	0 M
A2	Não	0,75 M
A3	Não	1,5 M
A4	Não	2,25 M
A5	Não	3,0 M
B1	Sim	0 M
B2	Sim	0,75 M
B3	Sim	1,5 M
B4	Sim	2,25 M
B5	Sim	3,0 M

Fonte: Própria, 2023.

O branqueamento foi realizado a partir da imersão das sementes despulpadas por 5 minutos em água a $95\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, seguido de choque térmico por 20 min em água entre 18 a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (14). O tratamento ácido consistiu em imergir as sementes em solução de ácido cítrico, com concentrações variáveis (Tabela 1), na proporção de uma parte de amostra para duas de solução por 5 minutos (15). Após os tratamentos, as amostras foram enxaguadas com água corrente e em seguida levadas para a etapa de secagem das amêndoas, que ocorreu em secador de bandejas, em temperatura de $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ sob fluxo de ar constante por cerca de 48h.

Para a análise do pH, uma amostra aleatória de cerca de 4 gramas de amêndoas secas, descascadas e trituradas foi retirada de cada unidade experimental e foi acrescentada água na mesma proporção. Após homogeneização da mistura ocorreu a medição do pH por meio do auxílio de um pHmetro. A análise foi feita em duplicata.

Para a análise de cor foram utilizadas cerca de 3 gramas de amostra seca triturada dispostas em placas de Petri até cobrir o fundo, e tiveram sua cor predominante analisada em duplicata. O equipamento utilizado para essa análise foi um colorímetro de reflexão tricromática, marca Konica Minolta, modelo Spectrophotometer CM-5, e o espaço de cor CIELab, iluminante D65, ângulo Observador Padrão 10° . Foram medidas as variáveis L, a^* e b^* . Através dos valores de a^* e b^* foi calculado o ângulo Hue por meio da fórmula: $\text{Hue} = \text{tg}^{-1}(b^*/a^*)$, utilizou-se a escala de cor CIELCH para definir as tonalidades das amostras (16).

Para a análise dos compostos fenólicos, primeiro triturou-se cerca de 2 gramas de amostra de cada unidade experimental para desengorduramento. As amostras foram colocadas em tubos tipo Falcon de 50 ml, devidamente identificados, e levadas para capela de exaustão onde foram adicionados 20 ml de n-hexano a cada amostra, na proporção 1:10 (m/v) (amostra:solvente) (17). Após a adição do n-hexano, cada tubo foi levado ao vórtex por 30 segundos para homogeneizar e em seguida levados para banho ultrassônico por 5

minutos a 30 °C. Em seguida, as amostras foram levadas para centrífuga (FANEM, Excelsa II) a 3000 g por 10 minutos e o sobrenadante foi descartado ao final do processo. Repetiu-se esses procedimentos mais uma vez e depois os tubos abertos foram deixados sob ventilação com ar frio na capela de exaustão com objetivo de remover o excesso de n-hexano.

A extração dos compostos fenólicos foi realizada utilizando-se uma solução contendo 6% de metanol, 45% de acetona e 49% de água destilada (18). Para extração dos compostos fenólicos, 0,5 g de amostra previamente desengordurada de acordo com o item anterior foi misturada com 25 ml do solvente em tubos de centrífuga. Os tubos foram então vedados, agitados por 30 segundos no vortex e submetidos a banho de ultrassom por 30 minutos, em seguida foram centrifugados a 4200 g por 20 minutos em centrífuga (FANEM, Excelsa II) (3) (19).

O conteúdo fenólico total das amêndoas de cacau foi determinado por meio do ensaio com reagente Folin-Ciocalteu (20). Os extratos previamente preparados foram convenientemente diluídos na proporção de 1:50 (m/v) (amostra:solvente). Em seguida, uma alíquota de 0,6 ml de cada extrato foi misturada com 3,0 ml de reagente Folin-Ciocalteu diluído (1:10 v/v). Após 3 minutos de repouso no escuro, foram adicionados 2,4 ml de uma solução saturada de Na_2CO_3 e, após 1 hora a absorbância foi determinada em espectrofotômetro (Termo Fisher Scientific, EVO300 PC, EUA) a 760 nm. O conteúdo fenólico total foi expresso em miligramas de equivalente de ácido gálico por grama de amostra em base seca.

O experimento foi conduzido em arranjo fatorial, tendo como variáveis o branqueamento (presença ou ausência) e a concentração de ácido cítrico (0 M; 0,75 M; 1,5 M; 2,25 M; 3 M). Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão pelo software STATISTICA 12.0 e SigmaPlot.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância realizada mostrou que houve efeito significativo do branqueamento e do tratamento ácido sobre o pH ($p < 0,05$) das sementes de cacau. Como a interação entre esses fatores foi significativa ($p < 0,05$), foi necessário o desdobramento para analisar o efeito das diferentes concentrações de ácido cítrico nas amostras não branqueadas e branqueadas sobre o pH (Figura 1). Os modelos ajustados, bem como o coeficiente de determinação, são apresentados na Tabela 2.

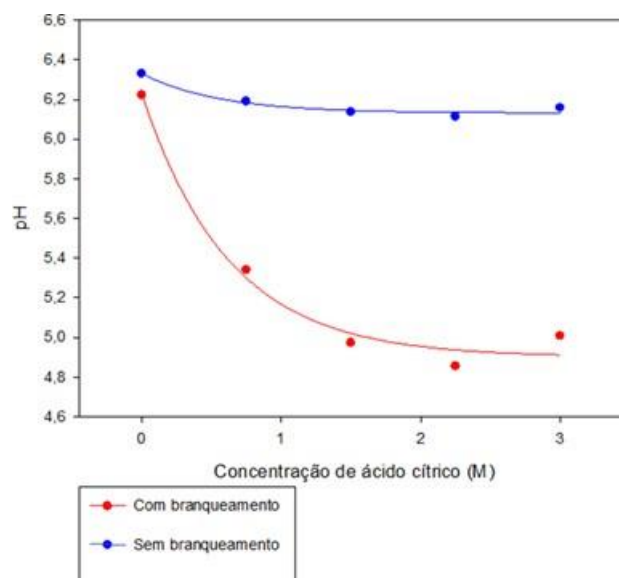


Figura 1: Efeito do tratamento com concentrações variáveis de ácido cítrico no pH de amêndoas de cacau branqueadas e não branqueadas.

Fonte: Autores, 2023.

Tabela 2 - Modelos ajustados e coeficiente de determinação (R^2) do efeito das diferentes concentrações de ácido cítrico nas amostras não branqueadas e branqueadas sobre o pH.

	Modelo ajustado	R^2
Sem branqueamento	$y = 6,1320 + 0,1990 \times e^{(-1,8091 \times x)}$	0,9578
Com branqueamento	$y = 4,9010 + 1,3279 \times e^{(-1,6052 \times x)}$	0,9840

Fonte: Própria, 2023.

Nota-se pela Figura 1 que a variação no pH com o aumento da concentração de ácido cítrico nas amêndoas foi muito mais pronunciada naquelas que foram submetidas ao branqueamento.

Um estudo. A imersão nas soluções de ácido orgânico juntamente com a temperatura foram responsáveis por desencadear transformações físico-químicas nas sementes de cacau provocando a morte delas e transformando-as em amêndoas. Constatou-se que, dentre as soluções ácidas testadas, a solução de ácido cítrico foi a que penetrou em menor grau. De acordo com os autores, isso ocorreu porque ácidos com maior peso molecular ou que possuam sítio ativo mais específico para formação de ligações de hidrogênio com a parede celular, penetram mais lentamente nas sementes de cacau. É possível que isso também tenha ocorrido no presente trabalho. O tempo e a temperatura, influenciaram negativamente na absorção do ácido cítrico impedindo a redução do pH das amêndoas não branqueadas; além disso os resultados possivelmente seriam melhores, em relação ao grau de penetração do ácido, caso fosse utilizado outro ácido orgânico, como o acético que possui menor peso molecular. Alguns estudos apontam que o branqueamento causa profundas alterações estruturais como ruptura das membranas, encolhimento dos espaços intracelulares, dilatação das paredes celulares, dentre outras (22).

O espaço de cor CIELab é uma transformação não linear do espaço XYZ, na qual as coordenadas são L^* , a^* e b^* (23). A coordenada L^* corresponde à luminosidade, pode variar

de 0 a 100, onde os valores mais baixos (menores que 50 e tendendo a 0) caracterizam tonalidades mais escuras e os valores mais altos (tendendo a 100) caracterizam tonalidades mais claras. A coordenada a^* corresponde a componente de cor verde- vermelho, onde valores positivos caracterizam tonalidades mais avermelhadas e valores negativos caracterizam tonalidades esverdeadas (24). Por último, a coordenada b^* corresponde ao componente de cor azul- amarelo, na qual valores positivos correspondem às tonalidades amareladas e valores negativos correspondem às tonalidades azuladas. A partir do valor de h (Ângulo Hue) é possível definir a tonalidade de uma amostra (25).

A análise de variância realizada mostrou que houve efeito significativo do branqueamento sobre os parâmetros de cor ($p < 0,05$) das amêndoas de cacau. Já os tratamentos com ácido cítrico afetaram somente o parâmetro de cor a^* e h . Enquanto a interação entre fatores foi significativa para os parâmetros a^* , b^* e h . É possível observar na Figura 2 que há uma grande diferença nos valores de luminosidade entre amostras branqueadas e não branqueadas, mostrando que as amêndoas não branqueadas apresentaram aparência mais escura em relação às branqueadas. Esse comportamento pode ser observado devido ao controle do escurecimento, promovido pela inativação de enzimas que degradam polifenóis e conferem à amêndoa uma coloração marrom.

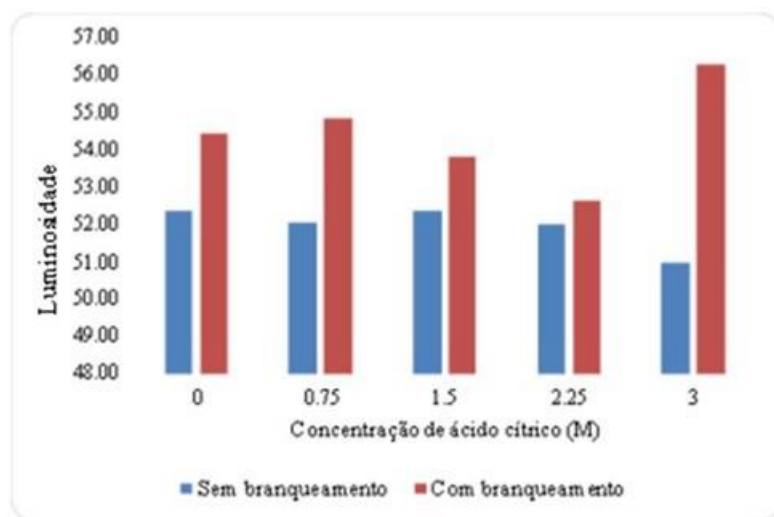


Figura 2: Valores de Luminosidade de amostras branqueadas e não branqueadas para diferentes concentrações ácido cítrico.

Fonte: Autores, 2023.

Como a interação entre fatores foi significativa para os valores de a^* , b^* e h , foi necessário o desdobramento para analisar o efeito das diferentes concentrações de ácido cítrico nas amostras não branqueadas e branqueadas sobre estes parâmetros (Figuras 3 e 4). Os modelos ajustados, bem como o coeficiente de determinação, são apresentados na Tabela 3.

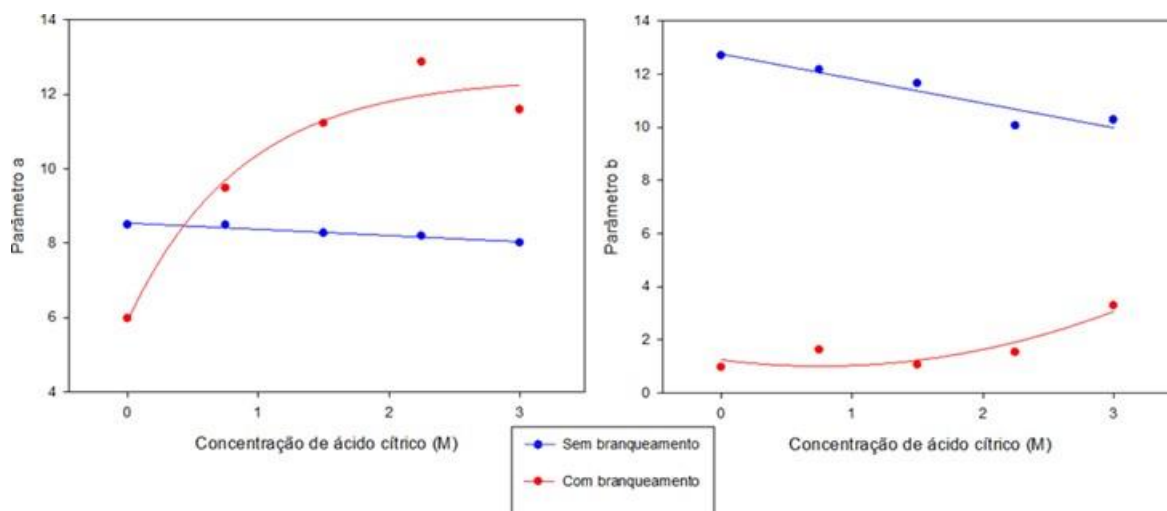


Figura 3- Efeito do tratamento com concentrações variáveis de ácido cítrico nos parâmetros de cor a e b em amêndoas de cacau branqueadas e não branqueadas.

Fonte: Autores, 2023.

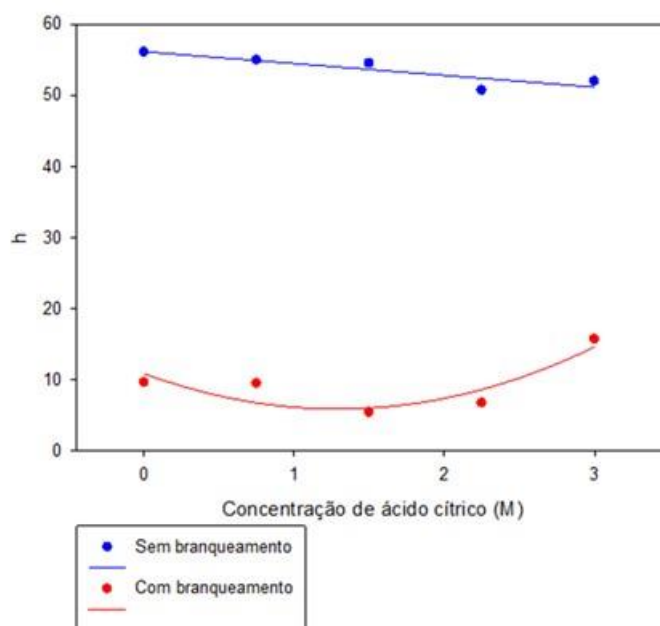


Figura 4 - Efeito do tratamento com concentrações variáveis de ácido cítrico no ângulo de tonalidade cromática.

Fonte: Própria, 2023.

Tabela 3 - Modelos ajustados e coeficientes de determinação (R²) do efeito das diferentes concentrações de ácido cítrico nas amostras não branqueadas e branqueadas sobre parâmetros de cor.

Parâmetro de cor	Tratamento	Modelo ajustado	R ²
a*	Sem branqueamento	$y = 8,5390 - 0,1683 * x$	0,9440
	Com branqueamento	$y = 5,9139 + 6,5449 * (1 - e^{(-1,1495 * x)})$	0,9540
b*	Sem branqueamento	$y = 12,7540 - 0,9257 * x$	0,8948
	Com branqueamento	$y = 1,2429 - 0,6245 * x + 0,4102 * x^2$	0,8054

h	Sem branqueamento	$y = 56,2198 - 1,6633 * x$	0,7771
	Com branqueamento	$y = 10,8852 - 7,7156 * x + 2,9915 * x^2$	0,7745

Fonte: Autores, 2023.

Pode-se observar pela Figura 3 que as amostras sem branqueamento apresentaram leve redução nos valores de a^* , enquanto as amostras branqueadas apresentaram crescimento nos valores com o aumento da concentração de ácido cítrico, o que confirma que o branqueamento foi importante para a preservação do tom avermelhado das amêndoas.

Para a coordenada b^* foram observados valores menores em amostras branqueadas, mais próximo da cor azul, com tendência de aumento, e as amostras sem branqueamento apresentaram valores mais altos, tendendo ao amarelo, porém com declínio à medida que as concentrações de ácido aumentaram.

Amostras não branqueadas apresentaram tonalidades mais amareladas e por isso obtiveram valores de ângulo Hue próximos à tonalidade amarelada. Pode ser observado na Figura 4 que essas amostras apresentam uma tendência de declínio à medida que se aumenta a concentração do ácido cítrico, ou seja, tendendo a tonalidade vermelha. As amêndoas branqueadas apresentaram valores entre 5° e 15° para o ângulo Hue, mais próximos à tonalidade vermelha. Observa-se que essas amostras apresentam uma tendência de aumento à medida que as concentrações de ácido aumentaram, que representa uma tendência à tonalidade amarela.

O tratamento térmico combinado com a adição de ácido cítrico mudou drasticamente a coloração das amêndoas, como é possível observar na Figura 4. Há interação forte e positiva entre o ácido e as antocianinas presentes nas amêndoas branqueadas, compostos estes que foram preservados devido ao tratamento térmico. Assim, quando o ácido entra em contato com as antocianinas, ele exerce grande influência na estabilidade desses compostos, pois em meio ácido sua cor é evidenciada pelas cores vermelhas, azuis e roxas das antocianidinas (fração aglicona das antocianinas) (26). Por isso as amostras branqueadas apresentaram pigmentação rosada, que está dentro desse gradiente de cor (Figura 5).



Figura 5 - Coloração das amostras após a aplicação dos tratamentos.

Fonte: Própria, 2023.

Durante o processamento do cacau ocorre a degradação e polimerização dos polifenóis pelas reações enzimáticas, que podem ser realizadas por várias enzimas como a polifenol oxidases, peroxidases, glicosidas e esterases, e não enzimáticas. Por serem compostos reativos, os polifenóis são oxidados e degradados quando essas enzimas são liberadas a partir da quebra das células vegetais. Geralmente as enzimas glicosidas e esterases catalisam reações de degradação de polifenóis enquanto as polifenol oxidases (PPO) e peroxidases causam reações de oxidação que catalisam a transformação de polifenóis em quinonas, essas sofrem condensação adicional com grupos amino e sulfidril livres, levando a pigmentos escuros, necessários para melhorar a qualidade do chocolate (15) (27).

No presente estudo, o teor de polifenóis nas amostras de cacau branqueadas foi estatisticamente superior ($p < 0,05$) a das amostras não branqueadas (Figura 6).

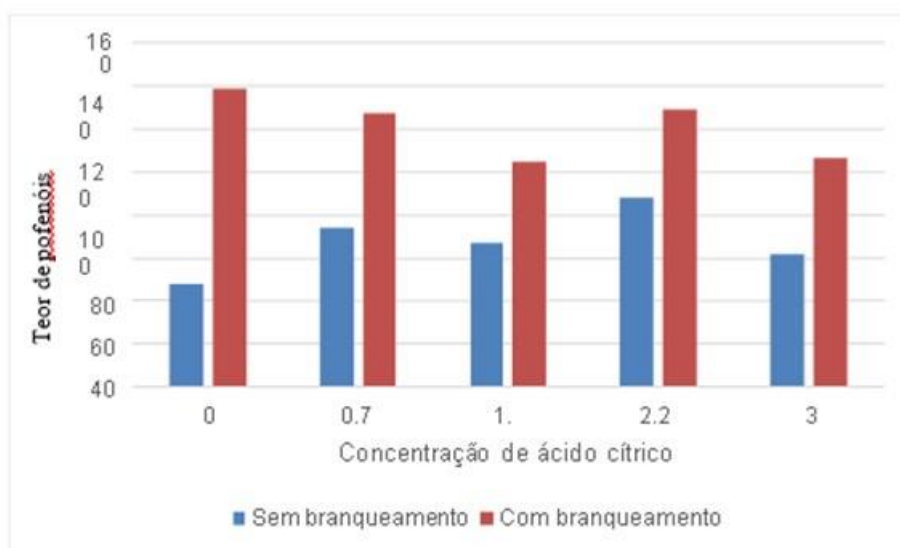


Figura 6 - Teor médio de polifenóis em amostras branqueadas e não branqueadas para diferentes concentrações de ácido cítrico.

Fonte: Própria, 2023.

O branqueamento de frutas e hortaliças é um tratamento térmico no qual ocorre a inativação de enzimas que promovem escurecimento, além de ser uma técnica capaz de reduzir a carga microbiana possivelmente presente no alimento. Podem ocorrer algumas perdas de nutrientes, mas que não interferem na qualidade do alimento, sendo assim, o método é eficiente em evitar perda de características sensoriais de frutas e hortaliças, desta forma o alimento mantém suas propriedades preservadas (28). Portanto, pode-se afirmar que o branqueamento inativou as PPOs e demais enzimas envolvidas na degradação de polifenóis presentes nas sementes de cacau in natura, o que reduziu a degradação dos polifenóis presentes nos frutos pela oxidação.

Um estudo de Miranda et al. (29) analisou o efeito do branqueamento na qualidade do suco de maçã e concluiu que o tratamento auxiliou na manutenção dos compostos fenólicos e na atividade antioxidante do produto, uma vez que o choque térmico inativou as

enzimas responsáveis pela oxidação, impedindo que a reação de degradação se prolongasse com o tempo.

Vargas et al.(30) analisou a influência do tratamento térmico no teor de compostos fenólicos de folhas de erva mate e observou que as amostras submetidas a tratamento térmico conservaram suas propriedades antioxidantes, também pela inativação de enzimas oxidantes de polifenóis como as PPOs.

Em um experimento realizado em 2021, sementes de cacau não fermentadas passaram por inativação das enzimas responsáveis pela degradação de polifenóis por meio de tratamento térmico, seguido de imersão em ácido cítrico. Os resultados mostraram que a inibição térmica da atividade enzimática de glicosilases, esterases e polifenoloxidasas por meio do branqueamento foi um processo crítico para reduzir a degradação de pigmentos procianidinas e antocianinas e conseqüentemente do teor de compostos fenólicos. Ainda de acordo com estes autores, a redução do pH resultante da aplicação somente do tratamento ácido também ajudou na preservação dos polifenóis, porém essas condições favorecem a atividade de glicosidases que permanecem ativas em valores de pH entre 3,0 e 5,0 (15). O mecanismo de ação do ácido cítrico na redução da atividade da polifenoloxidase se baseia na capacidade desse agente em reduzir o pH do alimento, comprometendo a atuação da enzima, além de atuar como quelante do cobre no sítio ativo da PPO (31).

No presente estudo, não foi observado efeito significativo da concentração de ácido cítrico no teor de polifenóis. Uma possível explicação é que, nas amostras branqueadas o tratamento térmico tenha sido suficiente para inativar as enzimas e evitar a degradação dos polifenóis. Já nas amostras não branqueadas, não houve redução significativa do pH das sementes. Logo, não houve preservação dos compostos fenólicos por essa via nas sementes não branqueadas.

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que o branqueamento afetou todas variáveis analisadas, enquanto as concentrações de ácido cítrico impactaram apenas o pH e a cor vermelha (coordenada a*) e a tonalidade (h) das amêndoas de cacau.

De acordo com as análises realizadas, os tratamentos que apresentaram resultado mais satisfatório, em relação à cor obtida nas amêndoas de cacau foram aqueles submetidos a tratamento térmico e adição de ácido cítrico em concentrações de 1,5 M, 2,25 M e 3M respectivamente.

Para futuras pesquisas seria interessante formular e realizar o processo produtivo do chocolate rosa com alto teor de polifenóis, e posteriores análises físico-química e sensoriais.

REFERÊNCIAS

1. Cardoso V. Conteúdo de flúor em diversas marcas de chocolate e bolachas de chocolate encontradas no Brasil. R Pesqui Odontol Bras. 2007;6(12):25-29.
2. Niro CM. Como surgiu o chocolate? [Internet]. 2022 [Acesso em 2023 Abril 06]. Disponível em: <https://agronfoodacademy.com/como-surgiu-o-chocolate>

3. Efraim P, Pezoa-García NH, Jardim DCP, Nishikawa A, Haddad R, Eberlin MN. Influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial. *Cienc Tecnol Aliment*. 2010;30:142-150.
4. Tuentner E, Sakavitsi ME, Rivera-Mondragón A, Hermans N, Foubert K, Halabalaki M, Pieters L. Ruby chocolate: A study of its phytochemical composition and quantitative comparison with dark, milk and white chocolate. *Food Chem*. 2021 May 1;343:128446.
5. Dumarche A, Troplin P, Bernaert H, Lechevalier P, Beerens H, Landuyt A. Process for producing cocoa-derived material [European patent]. 2012.
6. Silva JA. Identificação de compostos fenólicos, macroantioxidantes e avaliação da atividade antioxidante do bagaço de uva proveniente da indústria de sucos no Vale do São Francisco [dissertação]. Redenção: Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira; 2018.
7. Bravo L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutr Rev*. 1998;56(11):317-333.
8. Ioannone F, Mattia CDD, Gregório MD, Sergi M, Serafini M, Sacchetti G. Flavanols, proanthocyanidins and antioxidant activity changes during cocoa (*Theobroma cacao L.*) roasting as affected by temperature and time of processing. *Food Chem*. 2015;174:256-262.
9. Hust WJ; Krake SH, Bergmeier SC, Payne MJ, Miller KB, Stuart DA. Designing Collaborative Research: The exploration of common purposes to foster the generation of cross-disciplinary projects. *Proceed Des Soc*. 2019;1(1):2219-2228.
10. Clapperton J, Yow S, Chan J, Lim D, Lockwood R, Romanczyk L, Hamerstone J. The contribution of genotype of cocoa (*Theobroma cacao L.*) flavour. *Trop Agric*. 2021 July;98(3):280-286.
11. Ramirez-Sanchez I, Maya L, Ceballos G, Villarreal F. Fluorescent detection of (-)-epicatechin in microsamples from cacao seeds and cocoa products: Comparison with Folin-Ciocalteu method. *J Food Compost Anal*. 2010;23(8):763-856.
12. Dias T. Desenvolvimento de metodologia enzimático-espectrofotométrica baseada em tirosinase para quantificação de catequina e epicatequina em alimentos [dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2016.
13. Vega C, Kwik-Urbe C, VEGA, C. *Theobroma cacao*: An introduction to the plant, its composition, uses and health benefits. In: Garti N, Widlak N. *Cocoa Butter and Related Compounds*. AOCS Press; 2012.
14. Indiarito R, Pranoto Y, Santoso U, Supriyanto E. Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activity of polyphenol-rich cacao bean extract through water blanching. *Pak J Nutr*. 2019;18(3):278-287.
15. Montoya CC, Valencia WG, Sierra JA, Penagosa L. Enhanced pink-red hues in processed powders from unfermented cacao beans. *LWT*. 2021;138:110671.
16. Commission Internationale de l'Eclairage (CIE): Colorimetry. Vienna; 1976.
17. Giltekin-Özgüven M, Berktaş I, Özçelik B. Change in stability of procyanidins, antioxidant capacity and in-vitro bioaccessibility during processing of cocoa powder from cocoa beans. *LWT*. 2016;72:559-565.
18. Silva BSR, Barbosa LZ. Influência do tempo de fermentação e processamento do cacau no teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante de chocolate artesanal

- [trabalho de conclusão de curso]. Alegre: Universidade Federal do Espírito Santo; 2023.
19. Efraim P, Tucci ML, Pezoa-García NH. Phenolic Compound Content in Cocoa Seeds from Different Genotypes. *Braz J Food Technol.* 2006;9(4):229-236.
 20. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.* 1965;16(3):144-158.
 21. Becerra LD, Zuluaga M, Mayorga EY, Moreno FL, Ruíz RY, Escobar S. Cocoa seed transformation under controlled process conditions: Modelling of the mass transfer of organic acids and reducing sugar formation analysis. *Food Bioprod Process.* 2022;136:211-225.
 22. González-Fésler M, Salvatori D, Gómez P, Alzamora SM. Convective air drying of apples as affected by blanching and calcium impregnation. *J Food Eng.* 2008;87(3):323-332.
 23. Dubois E. The structure and properties of color spaces and the representation of color images. Suíça: Springer Cham; 2009.
 24. Cohen K. Production and physical, chemical and physical-chemical characterization of cupuassu and cocoa liquors. *Braz J Food Technol.* 2004;7(1):57-67.
 25. Choubert G, Blanc JM, Vallée F. Colour measurement, using the CIELCH color space, of muscle of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), fed astaxanthin: effects of family, ploidy, sex, and location of reading. *Aquac Res.* 1997;28(1):15-22.
 26. Carlini NRBS, Santos VZ, Silva CS Vasconcelos MC, Brandelli A, Sant'anna V. Efeito dos ácidos ascórbico e cítrico em propriedades físico-químicas e sensoriais de bolos vegetarianos com suplementação de farinha de bagaço de uva. *Braz J Food Technol.* 2021;24(58).
 27. Wallace TC, Giusti MM. Determination of color, pigment, and phenolic stability in yogurt system colored with nonacylated anthocyanins from *Berberis boliviana L.* as compared to other natural/synthetic colorants. *J Food Sci.* 2008;73(4):241-248.
 28. Monteiro VCO. Branqueamento: técnica de conservação de frutas e hortaliças através do calor. Campina Grande: Realize Editora; 2019 [acesso em 2023 Jun 19]. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/56625>
 29. Miranda NGM, Gomes FS, Matta VM, Cabral LMC. Avaliação do efeito do branqueamento e tratamento enzimático na qualidade de suco de maçã [Internet]. Natal: Sociedade Brasileira de Fruticultura; 2010 [acesso em 2023 Jun 18]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35824/1/2010-074.pdf>
 30. Vargas BK, Santos LF, Gutkoski J, Bender L, Barth C, Cris C, Frota EG, Guarinti C, Bertolin TE. Influência do tratamento térmico no teor de compostos fenólicos de *Ilex paraguariense*. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo; 2018 [acesso em 2023 Jun 17]. Disponível em: <https://www.upf.br/uploads/Conteudo/simposio-sial-anais/2018/ciencia/c-56.pdf>
 31. Cordeiro INF. Soluções antioxidantes e tratamento térmico na qualidade de batata-doce minimamente processada [dissertação]. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp; 2018.

TESTE QUALITATIVO DE FUNGOS FILAMENTOSOS PARA PRODUÇÃO DE AMILASES

Jamilly de Souza Silva¹; Marilene da Silva Lima²; José Fernando da Silva³; Lucas Alves Marques⁴; Vanusa Alves de Oliveira⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE; E-mail: jamilly_ss@hotmail.com

²Docente no departamento de engenharia de alimentos – CEAL – UFAPE

³Estudante do curso de engenharia de alimentos – CEAL – UFAPE

⁴Estudante do curso de engenharia de alimentos – CEAL – UFAPE

⁵Mestre em nutrição, vanusa.oliveira@ufpe.br – UFPE.

Resumo: Enzimas são catalisadores produzidos por células vivas as quais aceleram reações bioquímicas específicas e processos metabólicos celulares diversos. Existem várias fontes de enzimas, porém podemos destacar as enzimas produzidas por fungos que são bastante vantajosas para produção em larga escala por meio da fermentação. Sendo assim, buscou-se avaliar o potencial enzimático de fungos filamentosos isolados de diferentes substratos para a produção de amilases. Inicialmente foi realizado o isolamento dos fungos (BDA). Em seguida, submeteu-se a identificação morfológica. Após essa etapa, foi verificado o crescimento dos fungos em meio contendo alto teor de NaCl (100 mM). Cada microrganismo isolado foi submetido a fermentação submersa (26°C, UR 85%), individualmente por dez dias. O extrato bruto enzimático foi então congelado a -20°C, para análises. O teste enzimático foi realizado por difusão em ágar. Os halos da atividade enzimática foram medidos e expressos em milímetros (mm). Os resultados do experimento mostraram que os gêneros presentes foram: *Penicillium sp* e *Aspergillus sp*. A concentração de NaCl (100 mM) foi prejudicial apenas para o *Penicillium* isolado da casca da laranja. Nos demais, foi observado crescimento das colônias ao longo do experimento. Evidenciou-se que a fermentação submersa estática interferiu na produção das amilases, apenas 42% dos fungos testados conseguiram produzir fracamente tais enzimas.

Palavras-chave: Alimentos; amilase; fungos

INTRODUÇÃO

Enzimas são catalisadores produzidos por células vivas as quais aceleraram reações bioquímicas específicas e processos metabólicos celulares diversos. São compostos de natureza altamente específica em sua ação sobre substratos e, muitas vezes, atuam em conjunto com outras enzimas para desencadear corretamente as reações nos maquinários metabólicos (1).

Enzimas produzidas por fungos são vantajosas para produção em larga escala por meio da fermentação e podem ser utilizadas para substituir processos químicos tradicionais

e de importância industrial (2). Com o desenvolvimento da engenharia genética e da biologia molecular, fungos filamentosos têm recebido maior atenção para sua utilização como produtores de proteínas recombinantes. As vantagens de utilizar fungos filamentosos como hospedeiro incluem a sua habilidade natural de secretar uma variedade de proteínas em grande quantidade e seu intenso uso em bioprocessos (3).

Em 2019, o mercado global das enzimas industriais foi estimado em US\$2,4 bilhões, e deve chegar a 3,2 bilhões em 2025 (4). Partindo de tal dado, destaca-se que o uso de enzimas microbianas na indústria pode ser favorecido, devido a facilidade da manipulação das células produtoras, baixo custo e rapidez no processo de produção, além de estabilidade em várias condições industriais como diferentes pHs, temperaturas e formas de condução do processo fermentativo (5; 6).

A demanda industrial por novas fontes de e amilases com diferentes características catalíticas estimula o isolamento e a seleção de novas linhagens microbianas (7).

Amilases apresentam grande importância biotecnológica tais como aplicações nas indústrias têxteis, papel e celulose, de couro, detergentes, cervejas, bebidas destiladas, panificação, cereais para alimentação infantil, liquefação e sacarificação do amido, ração animal, indústria química e farmacêutica. Apesar de poderem ser derivadas de diversas fontes, incluindo plantas, animais e microrganismos, enzimas microbianas geralmente encontram grande demanda industrial. Atualmente, grandes quantidades de amilases microbianas estão disponíveis comercialmente e têm aplicação quase completa na hidrólise do amido em indústrias de processamento do amido (8; 9).

As amilases são responsáveis pela degradação da molécula de amido e estão amplamente distribuídas na natureza. O amido é encontrado principalmente em sementes de cereais como milho, cevada, trigo e arroz e em tubérculos ou raízes como batata e mandioca cujo tamanho e forma dos grãos são específicos para os distintos cereais (10).

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) que pertence à família Euphorbiaceae é um arbusto amplamente cultivado nos trópicos como fonte de alimento básico. Suas raízes tuberosas, ricas em amido, são utilizadas tanto para consumo humano como animal. Aproximadamente 65% da produção é destinada ao consumo humano, 19% para alimentação animal e 5% para uso industrial (11).

Muitos resíduos agroindustriais são utilizados como fontes de carbono para o crescimento de microrganismos e conseqüentemente para a produção de metabólitos secundários de interesse biotecnológico (12). Santos *et al.* (13) afirmam que resíduos agroindustriais como bagaços, palhas ou folhas são boas opções de matéria-prima para meios de fermentação devido ao baixo custo dos mesmos. A estrutura destes subprodutos da agroindústria é heterogênea tendo na composição celulose, hemicelulose, lignina, amido e proteínas que servem de suporte e/ou de fonte de nutrientes para o desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias (14).

Nesse cenário, o resíduo agroindustrial da mandioca tem se destacado pela produção mundial. Em 2013/2014, a geração desse substrato chegou a 276,7 milhões de toneladas. Dentre os principais países produtores, o Brasil é o quarto no ranking mundial com 23,2 milhões de toneladas e os Estados com maior produção são Pará, Paraná e Bahia (15). O gerenciamento desse resíduo tem se revelado como subsídio para geração de tecnologia e produção de enzimas, através de processos como a fermentação em estado sólido (FES) (16).

Esse experimento teve como objetivo avaliar o potencial qualitativo de fungos na produção de amilases, em estado submerso estático.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse experimento de avaliação qualitativa foi realizado no laboratório de biologia animal (LEBA) da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE, como prática da disciplina de microbiologia de alimentos.

Isolamento e identificação morfológica de fungos

Alimentos com desenvolvimento fúngico foram recolhidos, sendo eles batata doce (AB1, AB2, PB1), casca de laranja (PL2), pão (AP3), queijo de cabra (PQ3) e sorvete (AS4). Foi retirada uma alçada de cada fungo e inoculados, individualmente em placas contendo meio BDA. Em seguida foram armazenadas a 25°C. Posteriormente os espécimes foram novamente inoculados em placas de Petri contendo meios de cultura específicos para melhor caracterização morfofisiológica. Foram inoculados em três pontos distintos em ágar extrato de levedura Czapek (CYA; Difco), ágar extrato de malte (MEA; Oxoid, Hampshire, Reino Unido) e ágar dicloran 18% glicerol (DG18). Todas as placas de Petri foram incubadas a 25 °C, em condições de escuro, ao longo de 7 dias (Heo et al., 2019). (17).

A identificação morfológica dos fungos fora realizados procedimentos analíticos micro e macro morfológicos segundo Samson et al. (2014), Visagie et al. (2014) e Houbraken et al. (2020). (18; 19; 20). Conidióforos e conídios formados nos três diferentes meios foram transferidos para uma gota de água destilada sobre uma lâmina de vidro e cobertos por uma lamínula. Em seguida as lâminas foram submetidas a exame e documentação visual utilizando um microscópio modelo DE/Axio Imager.A1 (Carl Zeiss, Gottingen, Alemanha), equipado com um estereomicroscópio SteREO Discovery V12 (Carl Zeiss), no Laboratório de Ecologia e Evolução de Microfungos do Departamento de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco. As características, incluindo estruturas microscópicas assexuais, tais como conidiogênese, comprimento e largura dos conídios, formato dos conídios, ornamentação e septação de conídios, além do comprimento e largura do estipe, formato de fialídeo e padrão de ramificação, foram minuciosamente examinadas e documentadas.

Perfil do crescimento das colônias

Um meio sólido foi preparado para verificar o perfil de crescimento dos fungos diante do NaCl. O meio foi composto por: Extrato de levedura (2 g/L), peptona (5 g/L), fécula de mandioca (5 g/L), Agar (8 g/L, para solidificação, NaCl a 100 mM (5,9 g/L). Em seguida cada fungo foi inoculado, separadamente em placas contendo esse meio e armazenadas em temperatura ambiente (26°C, UR 85%). O início do crescimento ocorreu após 48 horas, considerando um crescimento mínimo de 5 mm. Após esse período, iniciou-se a aferição do crescimento das colônias a cada 24 horas, utilizando régua milimetrada e considerando o término de crescimento, quando a colônia atingiu toda a área da placa de Petri.

Produção do inóculo

Cada fungo foi cultivado individualmente em Erlenmeyer com meio BDA a 26°C, para produção de esporos. Posteriormente, procedeu-se à suspensão desse utilizando solução

salina (0,85%) e Tween 80. A contagem foi realizada na câmara de Neubauer até a concentração de 106 esporos, esporos/mL. Em seguida cada inóculo foi congelado individualmente em recipientes mostrados na Figura 1, para posteriores análises.



Figura 1: Extratos brutos, da fermentação submersa, de fungos filamentosos

Fermentação submersa em estado estático

Um meio líquido foi preparado para a fermentação submersa estática, para cada fungo utilizado nesse experimento. O meio foi composto por: glicose (5 g/L), extrato de levedura (5 g/L), peptona (5 g/L), fécula de mandioca (5 g/L). Em seguida esse meio foi ajustado para o pH 6,0 e esterilizado a 121°C. Cada Erlenmeyer recebeu separadamente a suspensão de esporos na concentração de 106 esporos/mL. Os Erlenmeyer foram colocados sobre a bancada a 26°C, com UR de 85%, durante 120 horas, em condição estática. A fermentação estática limita a aeração do meio, reduzindo assim a condição aeróbica ao meio. Após esse período, os extratos brutos foram filtrados e congelados a -18° C para posterior análises.

Teste da atividade enzimática

Para verificar a produção de enzimas no extrato bruto, um meio sólido contendo: glicose (5g/L), extrato de levedura (5g/L), peptona (5g/L) e Fécula de mandioca (5g/L) agar (8g/L), foi preparado e esterilizado a 121°C. A técnica utilizada foi a de difusão em ágar, que consistiu em perfurar poços de (8mm) no gel e cada poço recebeu 100 microlitros, de cada extrato bruto testado, que foram e armazenados durante 3 dias em a 32°C. Esse procedimento foi realizado para cada fungo testado. Em seguida procedeu-se à revelação dos halos. Para tanto, foi utilizado uma solução de iodo a 0,1N. A atividade enzimática foi evidenciada através de halos translúcidos no meio sólido, quantificado pela medição com régua milimetrada. Todas as análises foram realizadas em duplicatas. Os dados foram tabulados utilizando o software livre Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise morfológica dos alimentos utilizados neste experimento identificou os gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* nas amostras utilizadas. Os mesmos foram codificados da seguinte forma, para esse experimento: o fungo da casca de laranja (PL2 - *Penicillium* sp 2); o fungo do sorvete (AS4 - *Aspergillus* sp 4); o fungo da batata doce (PB1- *Penicillium* sp 1); (PQ3), o fungo do queijo de cabra (*Penicillium* sp 3); (AB1), o fungo da batata doce (*Aspergillus* sp 1); (AP3), o fungo do pão (*Aspergillus* sp 3); e (AB2), o fungo da batata doce (*Aspergillus* sp 2). Esses fungos foram isolados de diferentes alimentos. O gráfico apresentado abaixo, na figura 2, mostra os resultados do crescimento desses fungos em meio com NaCl a 26°C durante 144 horas.

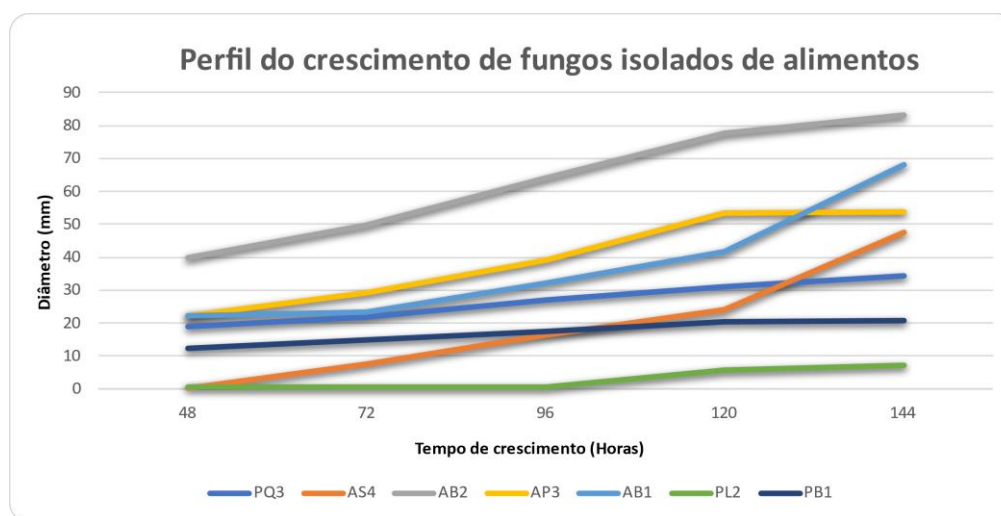


Figura 2: Perfil do crescimento de fungos isolados de alimentos em meio sólido contendo NaCl a 100 mM. **PQ3** = Fungo do queijo de cabra (*Penicillium* sp 3); **AS4** = Fungo de sorvete (*Aspergillus* sp 4); **AB2** = Fungo de batata doce (*Aspergillus* sp 2); **AP3** = Fungo do Pão (*Aspergillus* sp 3); **AB1** = Fungo de batata doce (*Aspergillus* sp 1); **PL2** = Fungo da casca de laranja (*Penicillium* sp 2); **PB1** = Fungo de batata doce (*Penicillium* sp 1)

De maneira geral podemos verificar que (Figura 3) todos os isolados assimilaram bem, a concentração de NaCl (100mM) adicionado no meio de cultura, exceto o *Penicillium* isolado da casca de laranja que iniciou crescimento apenas após 96 horas de armazenamento, e atingiu apenas 9mm de diâmetro. Os demais fungos demonstraram crescimento ao longo de todo período estudado. O isolado da batata (AB2) cresceu de maneira uniforme ao longo do estudo, tendo o maior diâmetro (82mm) em relação aos demais.

Pode-se inferir que a concentração de NaCl a 100mM, favoreceu o gênero *Aspergillus* que obtiveram melhor crescimento em relação aos gêneros *Penicillium*.



Figura 3: Atividade enzimática de fungos filamentosos isolados

O teste enzimático (Tabela 1) mostrou que apenas 42% dos fungos testados conseguiram produzir amilases. Entretanto, esses obtiveram baixo desempenho na produção desses metabólitos. Isso demonstra que a técnica de manter a fermentação estática, na fermentação submersa, pode prejudicar a produção de enzimas. A ausência de aeração dos meios, provavelmente interferiu no metabolismo dos mesmos, visto que esses são fungos aeróbios. Outro fator que pode justificar a ausência ou baixa produção não é o curto período da fermentação, indicando assim a necessidade de prolongar o tempo de fermentação nessa condição (21).

Tabela 1 - Atividade enzimática de fungos isolados de diferentes substratos

Extrato	Halo (mm)
PQ3	0
AS4	4,1
AB2	0
PB1	0
AP3	3,4
AB1	3,7
PL2	0

PQ3 = Fungo do queijo de cabra (*Penicillium sp 3*); **AS4** = Fungo de sorvete (*Aspergillus sp 4*); **AB2** = Fungo de batata doce (*Aspergillus sp 2*); **AP3** = Fungo do Pão (*Aspergillus sp 3*); **AB1** = Fungo de batata doce (*Aspergillus sp 1*); **PL2** = Fungo da casca de laranja (*Penicillium sp 2*); **PB1** = Fungo de batata doce (*Penicillium sp 1*)

Segundo Soares *et al.* (22), essa ausência na produção da enzima pode estar relacionada com o meio muito nutritivo. Segundo esses, um meio pobre em nutrientes poderia favorecer a produção de amilases. Já Fellows (1994) relata que a melhor atividade enzimática das enzimas microbianas pode ocorrer nas mesmas condições em que se produz o crescimento máximo das mesmas, dentro da faixa de temperatura de 25° a 37° C. (23).

Dessa forma, os dados obtidos por Soares *et al.* (22), apresenta resultados moderadamente compatíveis com este, porém, enquanto foi defendido a refrigeração para uma melhor análise expresso em seu devido estudo, esse presente defende a análise que

Fellows (23) abordou, propondo a hipótese de uma melhor observação e desenvolvimento das amilases a partir de um tempo prolongado, dentro da temperatura “ambiente” (25° a 37°C), como exposto na extensão deste; se concentrando na presença ou ausência de halos como indicador da atividade enzimática do fungo em diferentes alimentos.

CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos, foi verificado que os fungos filamentosos isolados das amostras eram dos gêneros *Penicillium sp* e *Aspergillus sp*. A concentração de NaCl a 100 mm foi prejudicial para o crescimento, apenas, do gênero *Penicillium sp* isolado da casca da laranja. No teste enzimático, apenas 42% dos isolados conseguiram produzir, fracamente, enzimas na fermentação submersa estática, inferindo que a falta da aeração dos fungos pode ter prejudicado esses isolados na produção das amilases.

REFERÊNCIAS

1. UNDERKOFER, L. A., BARTON, R. R., et RENNERT, S. S. Production of microbialenzymes and their applications. Applied microbiology, 1958, vol. 6, nº 3, p. 212.
2. MEYER, V. Genetic engineering of filamentous fungi – Progress, obstacles and future trends, Biotechnology Advances, vol. 26, p. 177 - 85, 2008.
3. HAJAJ, H., BLANC, P., GROUSSAC, E., URIBELARREA, J.L., GOMA, G., LOUBIERE, P. Kinetic analysis of red pigment and citrinin production by *Monascus ruber* as a function of organic acid accumulation. Enzyme and Microbial Technology, vol. 27, p. 619 - 625, 2000.
4. ZHANG, Yi; RUI, Xin; SIMPSON, Benjamin K. Trends in nanozymes development versus traditional enzymes in food science. Current Opinion in Food Science, 2020, vol. 37, p. 10 -16.
5. GUPTA, Rani, GIGRAS, Paresh, MOHAPATRA, Harapriya, et al. Microbial α -amylases: a biotechnological perspective. Process biochemistry, 2003, vol. 38, no 11, p. 1599-1616.
6. MOJISOV, Kiro. Microbial alpha-amylases and their industrial applications: a review. International Journal of Management, IT and Engineering (IJMIE), 2012, vol. 2, no 10, p. 583- 609.
7. HOLKAR, Chandrakant R., JADHAV, Ananda J., PINJARI, Dipak V., et al. A critical review on textile wastewater treatments: possible approaches. Journal of environmental management, 2016, vol. 182, p. 351-366.
8. GUPTA, R; MOHAPATRA, H; GOSWAMI, V.K.; CHAUHAN, B. Microbial α -Amylases: Biotechnological Perspective. Process Biochemistry. jan. 2003, p. 1.
9. PANDEY, A. et al. Enzyme Technology. 1ª ed. New Delhi: Asiatech Publishers, Inc, 2005. 760 p.
10. MORAES, L.M.P. Amilases. In: SAID, S.; PIETRO, R. Enzimas como agentes Biotecnológicos. Ribeirão Preto: Legis Summa, 2004.
11. ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. Embrapa, 1990. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/637721/fisiologia-da-mandioca>. Acesso em: 15 set. 2023.

12. MENEZES, C. R.; BARRETO, A.R. Biodegradação de resíduos lignocelulósicos por fungos basidiomicetos: Caracterização dos resíduos e estudo do complexo enzimático fúngico. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM Santa Maria. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v.19, n.2, p.1365-1391, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/16853> doi: 105902/2236117016853.
13. SANTOS, F.A.; MELO, A.L.M.; BONFIM, K.S.; BARROS, T.V.F.; SANTOS, S.F.M. Utilização de resíduos agroindustriais na produção de celulasas pelo fungo *Trichoderma reesei* em cultivo semissólido. Revista Saúde & Ciência Online, v.3, n.3, p. 150 - 163 2014. Disponível em: <http://www.ufcg.edu.br/revistasaudefciencia/index.php/RSCUFCEG/article/view/11/118>.
14. PINTO, G. A. S.; BRITO, E.S.; ANDRADE, A.M.R.; FRAGA, S.L.P.; TEIXEIRA, R.B. Fermentação em estado sólido: uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindustriais tropicais. Comunicado Técnico, EMBRAPA, 2005. 4 p.
15. BRASIL – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural. Análise da Conjuntura Agropecuária - Mandioca Safra 2014/2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/426390/1/Ct102.pdf>.
16. FREITAS, L. S. et al. Fermentação de farelo de mandioca, para a obtenção de xilanase a partir de um fungo endófito. Centro científico conhecer, 2017. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2017b/biol/fermentacao%20de%20farelo.pdf> . Acesso em: 15 set. 2023.
17. Inbeom Heo, Kyeongyeon Hong, Hyejin Yang, Hyang Burm Lee, Young-Joon Choi & Seung-Beom Hong (2019) Diversity of *Aspergillus*, *Penicillium*, and *Talaromyces* Species Isolated from Freshwater Environments in Korea, *Mycobiology*, 47:1, 12-19. DOI: 10.1080/12298093.2019.1572262 Acesso em: 18 nov. 2023.
18. Samson RA, Visagie CM, Houbraeken J, et al. (2014) Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. *Stud Mycol.* 2014;78:141–173. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.07.004> . Acesso em: 15 set. 2023.
19. Visagie CM, Hirooka Y, Tanney JB, et al. (2014) *Aspergillus*, *Penicillium* and *Talaromyces* isolated from house dust samples collected around the world. *Stud Mycol.*; 78:63–139. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.07.002> . Acesso em: 18 nov. 2023.
20. J. Houbraeken, S. Kocsubé, C.M. Visagie, N. Yilmaz, X.-C. Wang, M. Meijer, B. Kraak, V. Hubka, K. Bensch, R.A. Samson, J.C. Frisvad (2020) Classification of *Aspergillus*, *Penicillium*, *Talaromyces* and related genera (Eurotiales): An overview of families, genera, subgenera, sections, series and species, *Studies in Mycology*, 95, 5-169. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2020.05.002> . Acesso em: 18 nov. 2023.
21. Kirk, P.M. & Cooper, J. 2005. Index Fungorum - Authors of Fungal Names. <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp> . Acesso em 11 set. 2023.



22. SOARES, Izabel. Identificação do potencial amilolítico de linhagens mutantes do fungo filamentoso *Aspergillus nidulans*. Revista SciELO; Campinas, SP. jul - set, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/JxNBsVBwwQ7yCWNbf8TWjHP/?format=pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.
23. FELLOWS, P. Tecnologia del procesado de los alimentos: principios e prácticas. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. p. 172-177. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Tecnologia-Processamento-Alimentos-Princ%C3%ADpios-Pr%C3%A1tica/dp/8582715250>. Acesso em: 15 set. 2023.

SISGEN: A596786

UTILIZAÇÃO DO SORO DE LEITE COMO SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO DE QUITINA E QUITOSANA FÚNGICA

Daniel Filipe Ribeiro dos Santos¹; Krause Gonçalves Silveira Albuquerque¹; Gerla Castello Branco Chinelate²

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos- UFAPE –; E-mail: filipesdaniels@gmail.com,

²Docente de Engenharia de Alimentos– UFAPE. E-mail: gerla.chinelate@ufape.edu.br

Resumo: Nesta revisão bibliográfica, o foco se concentra na produção de quitina e quitosana por meio do cultivo de fungos em substratos à base de soro de leite. Pesquisas indicam que essa abordagem pode resultar em um aumento notável na produção desses biopolímeros em comparação com outros meios de cultura tradicionais. Além disso, ressalta-se a ampla aplicabilidade desses biopolímeros em diversas indústrias, desde a medicina até a indústria de alimentos. O uso do soro de leite como meio de cultivo não apenas demonstra eficácia em termos de produtividade, mas também oferece uma solução sustentável para o gerenciamento de resíduos da indústria de laticínios, transformando um subproduto em um recurso valioso. Essa estratégia não apenas aprimora a produção de quitina e quitosana, mas também atende à crescente demanda por práticas ecológicas. A constante evolução das técnicas de extração, incluindo abordagens mais sustentáveis, fortalece ainda mais a relevância desses biopolímeros em um cenário global que busca soluções conscientes e inovadoras. Nesse contexto, a produção de quitina e quitosana a partir de fungos cultivados em meio de soro de leite emerge como uma estratégia promissora, alinhada às demandas por eficiência, sustentabilidade e responsabilidade ambiental, proporcionando benefícios significativos para a pesquisa e a indústria.

Palavras-chave: Biotecnologia; Leite; Resíduos agroindustriais

INTRODUÇÃO

A produção de quitina e quitosana a partir de fungos cultivados em meio de soro de leite é um tema de crescente relevância no campo da biotecnologia e da pesquisa científica. Estes biopolímeros, derivados dos microrganismos do reino Fungi, têm despertado um interesse substancial devido às suas propriedades únicas e aplicações diversas (1).

Neste contexto, esta revisão visa aprofundar a compreensão sobre a origem, discutir sobre a extração destes polímeros, avanços recentes e o papel dos fungos como fontes inestimáveis dessas substâncias, bem como destacar o uso do soro de leite como substrato de cultivo e sua importância na busca por soluções sustentáveis.

A quitina e a quitosana são biopolímeros fundamentais que desempenham um papel crucial em diversas áreas, desde a indústria farmacêutica até a produção de embalagens biodegradáveis. Sua origem nos fungos, tanto filamentosos quanto unicelulares, é um aspecto essencial dessa revisão. Os fungos são utilizados no processo de extração da quitina

e quitosana, acumulando estes polissacarídeos ao longo de seus ciclos de vida, o que estabelece as bases para a produção eficiente desses biopolímeros.

A quitosana, derivada da desacetilação da quitina, apresenta características notáveis que a tornam extremamente versátil em diversas aplicações biomédicas e industriais. Além de sua solubilidade em soluções ácidas, a quitosana exibe alta biocompatibilidade, propriedades antimicrobianas, capacidade de formação de filmes e géis, além de mostrar-se eficaz na adsorção de substâncias indesejadas. Sua contribuição estende-se à estimulação da cicatrização em aplicações médicas, e sua versatilidade na formulação permite adaptações para atender a diferentes necessidades específicas em setores como indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia. Dessa forma, a quitosana destaca-se como uma substância multifuncional, impulsionando avanços significativos em diversas áreas. A versatilidade dos fungos como fonte desses biopolímeros é notória, com diversas espécies, como o *Aspergillus niger* e o *Mucor circinelloides*, e do gênero *Cunninghamella* se destacando em suas capacidades de produção (1)(2).

Tabela 1 - Principais aplicações da quitosana

Agrícola	Defensivo para plantas Estimulante para o crescimento Revestimento protetor de sementes Protetor térmico Liberador controlado de fertilizantes e nutrientes Promotor de micorrização (encapsulados)
Ambiental e no Tratamento de água	Floculante para clarificar água Remoção de metais Polímero ecológico (em substituição aos sintéticos) Redutor de odores
Alimentos e bebidas	Fibra não digerível por humanos (fibra dietética) Ligante de lipídios (reductor de colesterol) Conservante e espessante de molhos, sopas e comidas semi-prontas. Cobertura protetora em frutos: fungistática e antibacteriana
Cosméticos e perfumaria	Hidratante Tratamento antiacne Aumento da maleabilidade dos cabelos Redutor da eletricidade estática dos cabelos Tonificante para a pele Trato oral (pasta de dentes, goma de mascar)
Farmacêutico	Imunológico Antitumoral, Hemostático Anticoagulante Tratamento de queimaduras e cicatrizes Bacteriostático
Biomédico	Suturas cirúrgicas (biocompatível) Implantes dentários (biodegradável) Pele artificial Reconstrutor renovável de ossos Lentes de contato (agente translúcido e hidratante) Liberador controlado de medicamentos Material encapsulante (hidrolisável por lisozima) Cobertura cicatrizantes eficiente contra infecções

Fonte: RINAUDO M. (3)

Neste contexto, esta revisão tem como objetivo analisar a produção de quitina e quitosana por fungos cultivados em meios de cultura alternativos e de baixo custo. Serão abordados os avanços mais recentes na pesquisa e as perspectivas futuras, destacando não apenas a importância desses biopolímeros, mas também a crescente necessidade de fontes de produção sustentáveis.

Um ponto crucial desta revisão é o uso do soro de leite como substrato de cultivo para fungos. Este subproduto da indústria de laticínios não apenas fornece um ambiente propício ao desenvolvimento dos fungos, mas também aborda questões relacionadas à gestão de resíduos provenientes da indústria de alimentos. O soro de leite é rico em nutrientes essenciais, como lactose, proteínas, minerais e vitaminas, que são fundamentais para nutrir o crescimento saudável dos fungos. Isso resulta em uma produção mais eficiente de quitina e quitosana em comparação com outros meios de cultivo.

Além disso, a seleção do soro de leite como substrato de cultivo desempenha um papel significativo na busca por soluções sustentáveis, uma vez que a indústria de laticínios gera volumes substanciais desse subproduto e enfrenta desafios consideráveis em relação ao descarte ambiental. A escolha do soro de leite como meio de cultivo se traduz em uma solução eficaz para essa questão, transformando um resíduo em um recurso valioso.

A revisão também abordará sobre a extração de quitina e quitosana a partir de fungos cultivados em meio de soro de leite. A eficiência desse processo depende de intervenções sofisticadas, como a desacetilação, que converte a quitina em quitosana, e a subsequente separação das substâncias de interesse dos resíduos do cultivo e do próprio soro de leite.

No contexto científico e tecnológico, esta revisão desempenha um papel fundamental, pois oferece uma visão aprofundada sobre a produção de quitina e quitosana a partir de fungos em meio de soro de leite. Esses biopolímeros têm aplicações crescentes em setores-chave, como evidenciado pela versatilidade da quitosana. Na indústria biomédica, destaca-se sua utilização em biomateriais para regeneração tecidual, promovendo avanços em terapias de cicatrização e curativos avançados. Em setores industriais, a quitosana é empregada em embalagens biodegradáveis, contribuindo para a redução do impacto ambiental, e em revestimentos antibacterianos, proporcionando soluções inovadoras em higiene e preservação. Adicionalmente, sua capacidade adsorvente destaca-se em processos de purificação de água, enquanto sua presença em tratamentos de efluentes industriais reforça seu papel na sustentabilidade ambiental.

Na indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia, a quitosana é empregada em formulações inovadoras, oferecendo benefícios como liberação controlada de fármacos e desenvolvimento de produtos sustentáveis. Assim, a quitosana emerge como um biopolímero crucial, impulsionando avanços significativos em diversas aplicações, desde a saúde até a preservação ambiental e o desenvolvimento de produtos tecnologicamente avançados, e a busca por fontes de produção sustentáveis é de grande importância. Além disso, a revisão destaca a necessidade de inovação contínua, não apenas para aprimorar o processo de produção, mas também para explorar novas aplicações desses biopolímeros, como na nanotecnologia e na atividade antimicrobiana (1).

Em suma, esta revisão tem como objetivo fornecer uma visão abrangente da produção de quitina e quitosana a partir de fungos em meio de soro de leite, destacando sua importância, métodos de extração, avanços recentes e perspectivas futuras. Além disso,

ênfatiza o papel dos fungos e do soro de leite como elementos-chave em direção a uma produção mais sustentável e inovadora desses biopolímeros versáteis e valiosos.

FUNGOS COMO FONTE DE QUITINA E QUITOSANA

Os fungos são microrganismo muito explorados para de quitina e quitosana a partir da sua parede celular (2). A quitina e a quitosana, dois biopolímeros essenciais, são produzidos a partir de fungos filamentosos, como aqueles pertencentes à ordem *Mucorales*, apresentam propriedades distintas. A quitina é reconhecida por sua resistência e rigidez, destacando-se por essas propriedades mecânicas. Por outro lado, a quitosana, resultante da desacetilação da quitina, exibe características notáveis, como a capacidade de formação de géis, tornando-a valiosa em aplicações que requerem essa propriedade específica. Ambos os biopolímeros compartilham biocompatibilidade, sendo bem tolerados por organismos vivos, e apresentam propriedades adsorventes, destacando-se em processos de purificação e remoção de impurezas. Essas propriedades únicas tornam a quitina e a quitosana materiais versáteis e promissores, impulsionando pesquisas e desenvolvimentos em uma variedade de campos científicos e industriais. (1).

A quitina, um componente do exoesqueleto dos fungos, desempenha um papel estrutural na manutenção da integridade e rigidez da parede celular. Em consequência, os fungos acumulam quitina ao longo de seu ciclo de vida.

No entanto, a utilidade da quitina se amplia substancialmente quando submetida à desacetilação, processo alcançado por meio de técnicas especializadas. A quitosana, resultante desse processo, difere da quitina por sua solubilidade em soluções ácidas, tornando-se especialmente valiosa em aplicações biomédicas, farmacêuticas e industriais.

As metodologias empregadas para a extração de quitina e quitosana carecem de padronização, não simplesmente por falta de consenso, mas, sobretudo, devido ao fato de que cada fonte desses materiais tem origem e constituição diferente, o que determina que a cada caso sejam necessárias avaliações e ajustes de acordo com as peculiaridades de cada caso (4).

Muitas espécies de fungos são utilizados para produção de quitina e quitosana, como o *Aspergillus niger* e o *Mucor circinelloides* (1)(5). Além disso, o grupo de fungos conhecido como *Zygomycetes* ganha notoriedade pela produção de quitina e quitosana, ampliando ainda mais as opções disponíveis.

Tabela 2 - Quantidade média de quitina em alguns organismos

Crustáceos	Quitina (% em massa)
<i>Cancer</i> (caranguejo)	72,1 ^c
<i>Chionecetes</i> (caranguejo Matsuba)	25,9 ^d
<i>Pleuroncodes</i> (caranguejo vermelho)	35,0 ^b , 10,4 ^a , 1,3-1,8 ^b
Camarão do Alasca	28,0 ^d
<i>Crangon</i> (camarão)	5,8 ^d , 11,6 ^d , 69,1 ^c
<i>Macrobrachium rosenbergii</i> (camarão de água doce)	25,3±0,2 ^c , 24,4±1,0 ^f
<i>Homarus</i> (lagosta)	60,8-77,0 ^c
<i>Peneus</i>	25,0 ^d
<i>Krill</i> (zooplâncton de mares frios) ^h	40,2-42,0 ^d
Insetos	
<i>Bombyx</i> (bicho-da-seda)	44,2 ^c
<i>Coleoptera</i> (besouro)	5,0-15,0 ^b
<i>Diptera</i> (mosca verdadeira)	54,8 ^c
Gafanhoto	2,0-4,0 ^a
<i>Periplaneta</i> (barata)	2,0 ^c
<i>Pieris</i> (borboleta)	64,0 ^c
Aranha	38,2 ^d
Moluscos	
Conchas de molusco	6,1
Conchas de ostras	3,6
Gládios de lulas	40,0
Fungos	
<i>Aspergillus niger</i>	42,0 ^g
<i>Lactarius vellereus</i> (cogumelo)	19,0
<i>Mucor rouxii</i>	44,5
<i>Penicillium chrysogenum</i>	20,1 ^g
<i>Penicillium notatum</i>	18,5 ^g
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2,9 ^g

^a massa úmida do corpo; ^b massa seca do corpo; ^c fração orgânica da cutícula;

^d massa total seca da cutícula; ^e massa seca do abdômen; ^f massa seca das cascas; ^g massa seca da parede celular, ^h concha desmineralizada

Fonte: modificado de (6)

A escolha da espécie fúngica, das condições de cultivo e das técnicas de extração desempenham um papel crucial na otimização da produção desses biopolímeros. A variabilidade de espécies fúngicas e sua adaptação a diferentes ambientes faz dos fungos uma opção versátil e eficaz como fonte de quitina e quitosana (7).

A utilização de massa micelial de fungos como fonte alternativa para a produção de quitina e quitosana têm demonstrado grandes vantagens, tais como: a extração simultânea dos polímeros, independente dos fatores de sazonalidade (6).

A grande diversidade de organismos produtores de quitina, explicitada na Tabela 2, implica em diferentes quantidades disponíveis em cada organismo e o rendimento obtível, já que é influenciado grandemente pela constituição do organismo em estudo. A Tabela 3 demonstra uma comparação da composição química de alguns organismos produtores de quitina.

Tabela 3 - Composição química de alguns organismos produtores de quitina

Componentes (%)	Organismos		
	<i>Crangon crangon</i>	<i>Apis mellifera</i>	<i>Mucor rouxii</i>
Água	71.12±1.21	65,7-76,8	81,0 ± 2,1
Proteínas ¹	40.6±5.43	35-45 ²	55,5 ± 0,0
Lipídios ¹	9.95±0.22	10-20	ND
Quitina ¹	17.8±0.91	23-32	9,6 ± 0,0 ³
Minerais ¹	27.5±0.13	2-3	ND

¹ Dados referem-se à porcentagem da massa seca

² 30-40 % correspondem à melanina

Fonte: Modificado de (7) e (8)

Nos próximos tópicos, exploraremos a evolução dos fungos como fontes inestimáveis na produção de quitina e quitosana, direcionando nosso foco para os avanços mais recentes e as perspectivas futuras. Essa abordagem promissora não apenas oferece uma alternativa sustentável para a obtenção de biopolímeros, mas também expande o espectro de aplicações dessas substâncias extraordinárias.

SORO DE LEITE COMO SUBSTRATO PARA CULTIVO DE FUNGOS

A quantidade dos polissacarídeos a serem extraídos da biomassa varia de acordo com a espécie de fungo e as condições nutricionais, principalmente a fonte de carbono utilizada nos processos de produção (5). O substrato de cultivo desempenha um papel de extrema importância.

O soro de leite, um subproduto gerado pela indústria de laticínios, surge como uma opção ecologicamente responsável. Esse meio de cultivo não apenas fornece um ambiente propício ao desenvolvimento dos fungos, mas também endereça desafios associados à gestão de resíduos provenientes da indústria de alimentos, alinhando-se com a busca por soluções ambientalmente sustentáveis.

O uso do soro de leite como meio de cultivo apresenta inúmeras vantagens (9). Em primeiro lugar, o soro de leite se destaca por sua riqueza em nutrientes essenciais, incluindo lactose, proteínas, minerais e vitaminas, que são fundamentais para nutrir o crescimento saudável dos fungos. A abundância desses nutrientes contribui para uma maior eficiência na produção de quitina e quitosana, superando muitos outros meios de cultivo em termos de produtividade.

Ademais, a seleção do soro de leite como substrato de cultivo desempenha um papel significativo na abordagem da problemática da gestão de resíduos e no fomento da

sustentabilidade. A indústria de laticínios gera volumes substanciais de soro de leite como subproduto, frequentemente enfrentando desafios consideráveis no que diz respeito ao descarte ambiental. A escolha do soro de leite como meio de cultivo constitui uma solução eficaz para essa questão, transformando um resíduo em um recurso valioso.

A eficácia da utilização desse meio contribui para a redução de resíduos, minimização da poluição e redução do impacto ambiental geral da indústria de laticínios (9).

Entretanto, é importante salientar que a utilização do soro de leite como substrato de cultivo para fungos exige o desenvolvimento de técnicas específicas para otimizar o processo de cultivo e a subsequente extração de quitina e quitosana (4). Fatores cruciais, como a concentração de nutrientes, a escolha adequada da cepa fúngica e as condições de cultivo, desempenham um papel essencial nesse contexto.

Nas seções a seguir, aprofundaremos a interação entre o soro de leite e os fungos, destacando tanto os desafios quanto os avanços neste âmbito. Além disso, a seleção do soro de leite como substrato de cultivo desempenha um papel significativo na abordagem da problemática da gestão de resíduos e no fomento da sustentabilidade.

MÉTODOS E TÉCNICAS DE EXTRAÇÃO DE QUITINA E QUITOSANA DE FUNGOS EM MEIO DE SORO DE LEITE

Na etapa de extração de quitina e quitosana a partir de fungos cultivados em meio de soro de leite, a implementação de métodos e técnicas apropriados é importante para assegurar a eficiência e a qualidade. Neste ponto do processo, as intervenções desempenham um papel vital, evoluindo de forma contínua.

Apesar do longo período decorrido desde a primeira extração de quitina, a obtenção desse polissacarídeo enfrenta divergências entre os autores em relação às metodologias. A variedade de métodos, inicialmente destinada a oferecer opções aos interessados, gerou complexidades, dificultando comparações entre resultados. Destaca-se a importância de ressaltar que, para obter quitosana, é essencial extrair previamente a quitina. A quitina, intrinsecamente ligada a outros componentes da biomassa, torna desafiadora sua transformação em quitosana e, por conseguinte, afeta o rendimento do processo. A complexidade dessa interligação impõe um desafio à obtenção eficaz de quitosana, exigindo o isolamento eficiente da quitina antes de modificações posteriores.

Assim, a necessidade de padronização nos métodos de extração da quitina é evidente, buscando estabelecer uma base sólida para comparações mais consistentes. A harmonização dessas abordagens não apenas simplificaria a compreensão dos processos de extração, mas também fomentaria maior confiabilidade nos resultados. A comunidade científica deve concentrar esforços na consolidação de diretrizes comuns, reconhecendo que essa etapa fundamental é crucial para pesquisas subsequentes na transformação da quitina em quitosana. A busca por uniformidade metodológica, aliada à transparência e rigor científico, é essencial para superar os desafios na obtenção eficiente desses biopolímeros.

Mesmo com tais dificuldades, uma das metodologias amplamente adotadas compreende o emprego de procedimentos químicos, notadamente a desacetilação, com o intuito de converter a quitina em quitosana. Em muitos casos, esse processo é efetivado por meio da exposição a soluções ácidas, promovendo a solubilização da quitosana, enquanto a quitina permanece insolúvel. A eficácia desse método é sensível a uma série de variáveis,

abrangendo a concentração e a natureza do agente desacetilante.

Adicionalmente, a extração eficaz de quitina e quitosana demanda a separação das substâncias de interesse dos resíduos provenientes do cultivo de fungos e do meio de soro de leite. Geralmente, esse processo envolve estágios de filtração, centrifugação e secagem. A seleção das técnicas de separação e purificação exerce influência direta sobre a pureza e a qualidade dos biopolímeros obtidos (6).

A metodologia de produção de quitosana a partir de resíduos da carnicultura descrita por (10) segue um processo que envolve a desproteínização, desmineralização e desacetilação da quitina. O método de desproteínização é realizado com soluções alcalinas, como hidróxido de sódio diluído, em temperaturas elevadas. A desmineralização envolve o uso de ácidos, como ácido clorídrico diluído. Por fim, a desacetilação é realizada em meio básico, normalmente com soluções altamente concentradas de hidróxido de sódio ou potássio.

Estratégias mais sustentáveis, como a adoção de solventes menos nocivos e a redução do consumo de energia, ganham destaque na busca por práticas ambientalmente conscientes (11).

A inserção de processos de reciclagem de solventes e o desenvolvimento de abordagens de baixo impacto ambiental têm sido enfatizados (11).

AVANÇOS NA PESQUISA E INOVAÇÕES NA PRODUÇÃO DE QUITINA E QUITOSANA A PARTIR DE FUNGOS EM MEIO DE SORO DE LEITE

A pesquisa na área de produção de quitina e quitosana a partir de fungos em meio de soro de leite tem sido explorada nos últimos anos. Esses avanços são impulsionados pela crescente demanda por biopolímeros de alta qualidade em diversas aplicações. A inovação contínua busca aprimorar o processo, torná-lo mais eficiente e sustentável e descobrir novas aplicações para esses biopolímeros notáveis (4).

A literatura apresenta uma grande diversidade de fontes para produção de quitina e quitosana, as quais influenciam as diferentes propriedades destes polímeros e derivados, possibilitando assim o aumento do potencial biotecnológico e aplicações comerciais (12)(13)(14)(15). Contudo, a literatura ainda é escassa para fungos filamentosos .

Além disso, a pesquisa tem se concentrado na diversificação das aplicações desses biopolímeros, destacando seu uso em nanotecnologia, medicina regenerativa e embalagens biodegradáveis. As possibilidades de aplicações são ainda enriquecidas pelo fato da quitosana poder ser preparada sob diferentes formas, tais como soluções de viscosidade controlada, géis, filmes e membranas, microesferas e nanopartículas (14)(16).

À medida que a pesquisa avança, a produção de quitina e quitosana a partir de fungos em meio de soro de leite continua a se estabelecer como uma abordagem promissora e sustentável. A inovação constante e a busca por práticas eficazes e ecológicas reforçam a importância da pesquisa contínua nesse campo.

CONCLUSÕES

Em conclusão, esta revisão nos permitiu mergulhar no intrigante mundo da produção de quitina e quitosana a partir de fungos em meio de soro de leite, revelando uma série de

descobertas e tendências cruciais. Os principais pontos abordados nesta revisão podem ser resumidos da seguinte forma:

Primeiramente, destacamos a notável capacidade dos fungos, sejam eles filamentosos ou unicelulares, de atuarem como fontes inestimáveis de quitina e quitosana. Esses biopolímeros desempenham papéis vitais em diversas aplicações, desde a produção de embalagens biodegradáveis até avanços na medicina regenerativa e na nanotecnologia.

A versatilidade dos fungos, incluindo espécies notáveis como o *Aspergillus niger* e o *Mucor circinelloides*, consolida seu papel como protagonistas nesse processo de produção (12). A pesquisa continua a demonstrar a importância dessas fontes naturais de quitina e quitosana.

Em segundo lugar, a seleção do soro de leite como substrato de cultivo para fungos surge como um passo significativo em direção à sustentabilidade. Este subproduto da indústria de laticínios não apenas fornece um ambiente propício para o crescimento dos fungos, mas também aborda os desafios de gestão de resíduos da indústria de alimentos. O soro de leite é rico em nutrientes essenciais, contribuindo para uma produção mais eficiente desses biopolímeros.

A utilização do soro de leite como meio de cultivo não apenas beneficia a produção de quitina e quitosana, mas também representa uma solução eficaz para a problemática da gestão de resíduos, minimizando a poluição e reduzindo o impacto ambiental da indústria de laticínios.

Terceiro, abordamos os métodos e técnicas de extração de quitina e quitosana a partir de fungos cultivados em meio de soro de leite. Estes procedimentos desempenham um papel vital na assegurar a eficiência e qualidade dos biopolímeros obtidos. A desacetilação e a subsequente separação das substâncias de interesse dos resíduos do cultivo e do soro de leite são passos cruciais nesse processo.

Além dos métodos químicos tradicionais, enfatizamos a importância da busca por estratégias mais sustentáveis, incluindo o uso de solventes menos nocivos e a redução do consumo de energia. Isso não apenas aprimora o processo de extração, mas também contribui para práticas ambientalmente conscientes.

Por fim, ressaltamos a contínua inovação na pesquisa relacionada à produção de quitina e quitosana a partir de fungos em meio de soro de leite. A crescente demanda por biopolímeros de alta qualidade e as diversas aplicações destes materiais estimulam a pesquisa na busca por métodos mais eficientes e sustentáveis.

Além disso, a diversificação das aplicações desses biopolímeros, incluindo seu uso na nanotecnologia e medicina regenerativa, promete abrir novos horizontes de pesquisa e desenvolvimento. A produção de quitina e quitosana a partir de fungos em meio de soro de leite se firma como uma abordagem promissora e sustentável, destacando a importância da pesquisa contínua nesse campo.

Assim, à medida que avançamos no século XXI, a produção de quitina e quitosana a partir de fungos em meio de soro de leite permanece como um campo de pesquisa e desenvolvimento em constante evolução. A necessidade de fontes sustentáveis e eficazes desses biopolímeros, juntamente com a diversificação de suas aplicações, destaca a importância de continuar explorando e inovando nesse fascinante domínio da biotecnologia e da ciência dos materiais.

REFERÊNCIAS

1. Macedo JB et al. Atividade antimicrobiana de quitosanas e seus derivados: influência das características estruturais. Instituto Científico e Tecnológico, Universidade Brasil; 2022.
2. Souza PM. Caracterização bioquímica, fisiológica e ultraestrutural do processo de biossorção do cobre por *Cunninghamella elegans* - UCP 542 [dissertação]. Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco; 2004.
3. RINAUDO M. Chitin and chitosan: Properties and applications. Progress in Polymer Science. 2006;31(7):603–632.
4. DARAGHMEH NH, LEHARNE SA, CHOWDHRY BZ, MAHMOUD M AL OMARI MM, BADWAN AA. Chitin in Profiles of Drug Substances, Excipients, and Related Methodology. Elsevier Inc.; 2011. p. 36. Chapter 2.
5. Carvalho AKF. Avaliação do potencial do fungo filamentosso *Mucor circinelloides* como fonte de lipase e lipídios para a produção de biodiesel dentro do conceito de biorrefinaria [tese]. Lorena: Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo; 2015.
6. CAMPANA-FILHO SP, BRITTO DDE, CURTI E, ABREU FR, CARDOSO MB, MARCOS V, SIM PC, GOY RC, SIGNINI R, LAVALL RL. Extração, Estruturas e Propriedades de α - e β -Quitina. Revisão. Química Nova. 2007;30(3):644–650.
7. NEMTSEV SV, ZUEVA OI, KHISMATULLIN MR, AL'BULOV AI, VARLAMOV VP. Isolation of chitin and chitosan from honey bees. Prikladnaia Biokhimiia i Mikrobiologija. 2004;40(1):46–50.
8. KIM SK. Chitin, chitosan, oligosaccharides and their derivatives: biological activities and applications. CRC Press, Boca Raton. 2011.
9. Silva HSRC, Santos KSCR, Ferreira EI. Quitosana: derivados hidrossolúveis, aplicações farmacêuticas e avanços. Química Nova. 2006;29(4).
10. Odilio B. G. Assis, Douglas de Britto. Processo básico de extração de quitinas e produção de quitosana a partir de resíduos da carcinicultura. Embrapa Instrumentação Agropecuária, C. P. 741, 13560-970 – São Carlos, S.P. Recebido para Publicação em 12/12/2006, Aprovado em 29/07/2008. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.14, n.1, p.91-100, jan-mar, 2008.
11. Campana-Filho SP, Britto D, Curti E, Abreu FR, Cardoso MB, Battisti MV, Sim PC, Goy RC, Signini R, Lavall RL. Efeitos de aditivos na desacetilação de quitina. Química Nova. 2007;30(3).
12. Andrade VS, Neto BB, Fukushima K, Campos-Takaki GM. Effect of medium components and time of cultivation on chitin production by *Mucor circinelloides*



- (*Mucor javanicus* IFO 4570). Revista Iberoamericana de Micologia. 2003;20.
13. Bhainsa KC, D'Souza SF. Removal of copper ions by the filamentous fungus, *Rhizopus oryzae* from aqueous solution. *Bioresource Technology*. 2008;99.
 14. TANADA-PALMU, P.; FAKHOURI, F. M. Grosso CRF “Filmes biodegradáveis: extensão da vida útil de frutas tropicais”, *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, Brasília, Vol. 26, p. 12, 2002.
 15. ZHANG, J., WENSHUI, X., PING, L., QINYUAN, C., TALBA, T., WENXIU, G., BO LI. Chitosan modification and pharmaceutical/biomedical applications. *Marine Drugs*. Coréia. Vol. 8, p. 1962-1987, 2010.
 16. HARISH-PRASHANTH, K. V.; THARANATHAN, R. N. Crosslinked chitosan preparation and characterization. *Trends in Food Science & Technology*. Canadá. Vol. 10, p. 10-22. 2006.

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE FUNGOS FILAMENTOSOS PARA A PRODUÇÃO DE PROTEASES

Kléberon Feitosa Alves¹; Aline Maria Trindade da Silva²; Denilson Lopes Ferreira Guimaraes³; Juan Carlos da Silva Nascimento⁴; Marilene da Silva Lima⁵

¹Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPÉ;
E-mail: kleberonfa18@gmail.com

²Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPÉ;
E-mail: alineatrindade22@gmail.com

³Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPÉ;
E-mail: denilsonlopes.710@gmail.com

⁴Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPÉ;
E-mail: juancarlos.ufrpe@gmail.com

⁵Docente Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPÉ;
E-mail: marilene.lima@ufape.edu.br

Resumo: Enzimas tem ampla utilidade na indústria e seu mercado global cresce anualmente a uma taxa de 5,7% de 2018 a 2024, com expectativa de faturamento em 10,5 bilhões de dólares até 2024. Dentre os processos mais econômicos de produção, a fermentação utilizando fungos tem sido vista como uma tecnologia excelente e de baixo custo. Além disso, nesse processo, é possível utilizar diferentes substratos e de fácil acesso. Este trabalho foi desenvolvido como parte da disciplina de Microbiologia de Alimentos, e teve como objetivo analisar qualitativamente o potencial proteolítico de diferentes fungos filamentosos na produção de proteases. A etapa inicial do experimento foi o isolamento em meio BDA de fungos encontrados em alimentos e posterior identificação morfológica. Em seguida, foi avaliado o perfil de crescimento desses fungos, adicionando-se NaCl (150 mM) em um meio de cultura. Todos os fungos foram submetidos, separadamente, a fermentação submersa estática e os extratos brutos obtidos foram então testado quanto a atividade enzimática através da técnica de difusão em ágar. Na identificação morfológica, identificou-se os gêneros *Aspergillus sp.* e *Penicillium sp.* Verificou-se que as amostras do gênero *Aspergillus* assimilaram melhor a concentração de NaCl, enquanto as do gênero *Penicillium* obtiveram menor desenvolvimento. A fermentação submersa estática não foi eficiente para a produção de proteases visto que apenas as amostras PB1 e PQ3 apresentaram alguma atividade proteolítica com 15 e 5 mm de halos de hidrólise, respectivamente.

Palavras-chave: enzimas proteolíticas; atividade enzimática; crescimento de fungos

INTRODUÇÃO

A demanda por enzimas no mercado global vem crescendo exponencialmente graças às diversas aplicações que possuem, estima-se que em 2024 o mercado de enzimas deverá

chegar a um faturamento de 10,5 bilhões de dólares, com uma taxa de crescimento anual de 5,7% de 2018 a 2024 (1).

Proteases são enzimas que catalisam a hidrólise das ligações peptídicas de proteínas, degradando-as em peptídeos ou aminoácidos. São consideradas as enzimas mais importantes para a indústria devido a sua enorme aplicabilidade industrial, como na área de alimentos, detergentes, farmacêutica, seda e digestão de resíduos (2 e 3).

Nos sistemas biológicos, estão intimamente relacionadas com a manutenção do metabolismo, sendo responsáveis pela digestão proteica, coagulação sanguínea e morte celular (4). As proteases são facilmente encontradas em fungos filamentosos, o que permite sua prática de produção e isolamento para aplicação industrial (5).

Os fungos filamentosos fazem parte do cotidiano da humanidade, popularmente conhecidos como mofo ou bolores, são produtores de diversos tipos de enzimas, dentre as quais se destacam as com capacidade proteolítica. Enzimas alimentares comerciais podem ser isoladas de animais, plantas e fontes microbianas. Porém, na maioria dos casos são produzidas aproveitando-se de hospedeiros microbianos melhorados para permitir a sua produção industrial eficiente (6).

Nesse contexto, o método de produção de enzimas utilizando como matéria-prima microrganismos, destaca-se com mais de 40% do total das enzimas industriais sendo de origem microbiana. Isso motiva estudos sobre microrganismos e o mapeamento das melhores espécies para produção a nível industrial (7). As proteases são produzidas preferencialmente por fermentação submersa, uma técnica que se baseia na utilização de um meio líquido com nutrientes solúveis. Esta, tem sido uma metodologia considerada vantajosa por ser de fácil reprodutibilidade, permitir o isolamento das enzimas de maneira simples e possibilitar o controle dos parâmetros físico-químicos (2).

O presente trabalho teve como objetivo analisar, qualitativamente, a capacidade de fungos filamentosos para produção de enzimas proteolíticas em fermentação submersa estática.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE) e no Laboratório de Ecologia e Evolução de Microfungos do Departamento de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco, e é resultado de práticas realizadas durante a disciplina de Microbiologia de Alimentos.

Isolamento dos fungos

Foram coletados sete tipos de substratos com crescimento fúngico, sendo eles: pão, casca de laranja, batatas-doces nas cores roxa e branca, queijo de cabra e sorvete. Os fungos foram inoculados individualmente em erlenmeyers contendo meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar) a 26°C e UR. 85%, para que pudessem se desenvolver.

Identificação morfológica dos fungos

Para a identificação morfológica, procedimentos analíticos micro e macromorfológicos foram conduzidos, conforme delineado (8, 9, 10). Conidióforos e conídios formados nos três diferentes meios foram transferidos para uma gota de água destilada sobre uma lâmina de vidro e cobertos por uma lamínula. As lâminas foram

submetidas a exame e documentação visual utilizando um microscópio modelo DE/Axio Imager.A1 (Carl Zeiss, Gottingen, Alemanha), equipado com um estereomicroscópio SteREO Discovery V12 (Carl Zeiss). As características distintivas, incluindo estruturas microscópicas assexuais, tais como conidiogênese, comprimento e largura dos conídios, formato dos conídios, ornamentação e septação de conídios, além do comprimento e largura do estipe, formato de fialídeo e padrão de ramificação, foram minuciosamente examinadas e documentadas. Embora o presente estudo não tenha abordado as características genéticas nem a posição filogenética dos espécimes isolados para uma identificação precisa a nível de espécie, tais análises são sugeridas em estudos posteriores, conforme indicado por (10), a fim de agregar uma compreensão mais abrangente e definitiva.

Suspensão de esporos

Para a produção do inóculo, cada colônia nos erlenmeyers recebeu, individualmente, uma alíquota 10 mL de solução salina estéril (0,85%) para realizar o desprendimento dos esporos. Em seguida foi realizada a contagem desses esporos em câmara de Neubauer para se preparar os inóculos utilizados nos ensaios, com concentração de 10^6 esporos/mL.

Perfil de crescimento dos fungos

Para investigar a tolerância dos fungos a concentração salina, foi investigado o seu perfil de crescimento em meio sólido contendo: 3 g/L de glicose, 5 g/L de gelatina sem sabor, 20 g/L de ágar e 150 mM de NaCl. O pH foi ajustado para 6 utilizando HCl a 2 N.

Após a inoculação, separadamente, as placas foram armazenadas a temperatura ambiente ($28^\circ \pm 2^\circ\text{C}$) por 48 horas para que houvesse um crescimento mínimo das colônias (5 mm). Então, posteriormente, a cada 24 horas, procedeu-se as medições dos diâmetros dessas colônias, utilizando régua milimetrada.

Fermentação submersa estática

Para a fermentação, foi preparado um o meio de cultura para cada fungo utilizado nesse experimento, contendo: 5 g/L de glicose, 5 g/L de gelatina sem sabor, 5 g/L de extrato de levedura e o pH foi ajustado para 6, utilizando NaOH a 2 N. Em seguida, cada erlenmeyer recebeu o inóculo de cada fungo estudado (10^6 esporos/mL) para a fermentação submersa, sem agitação. O material foi armazenado sobre bancadas, protegido da luz a temperatura de 26°C , com UR. de 85% por um período de dez dias. Posteriormente foi filtrado e congelado a -20°C para o teste enzimático.

Teste enzimático

Para verificar a produção de proteases pelos fungos, um meio sólido (5 g/L de glicose, 5 g/L de extrato de levedura, 5 g/L de gelatina sem sabor, 20 g/L de ágar, pH 6) foi preparado. O teste baseou-se a técnica de difusão em ágar. As placas contendo o meio solidificado foram perfuradas com três poços (8 mm). Os poços receberam 100 μL do extrato bruto fermentado de cada fungo utilizado nesse experimento, de forma individual.

Em seguida, as placas foram armazenadas a uma temperatura de 32°C durante 72 horas para observar a atividade enzimática com base na formação de halos de hidrólise. Para tanto, foi aplicado ácido tricloroacético a 10% como agente de revelação. Os halos foram medidos (mm) com auxílio de uma régua milimetrada.

Os dados desse experimento foram tabulados em médias utilizando o software Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sete fungos filamentosos foram isolados de alimentos em meio BDA e avaliados qualitativamente quanto ao seu potencial de produção de proteases quando cultivados com substrato de gelatina sem sabor (colágeno).

Na análise morfológica dos fungos isolados, identificaram-se gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. Siglas específicas para cada bolor foram aplicadas com base no gênero e substrato onde foram encontrados, além de um número para diferenciação. Assim sendo: *Penicillium sp1* (PB1), *Aspergillus sp1* (AB1) e *Aspergillus sp2* (AB2), encontrados em batatas-doces, *Penicillium sp2* (PL2) em casca de laranja, *Aspergillus sp3* (AP3) em pão, *Penicillium sp3* (PQ3) em queijo-de-cabra e *Aspergillus sp4* (AS4) em sorvete.

Crescimento das colônias

Na figura 1, é possível visualizar o crescimento das colônias de bolores ao longo do tempo. De modo geral observa-se que o NaCl não impediu o crescimento dos fungos ao longo do período observado, exceto para PL2. Esse não apresentou nenhum crescimento dentro do período estudado.

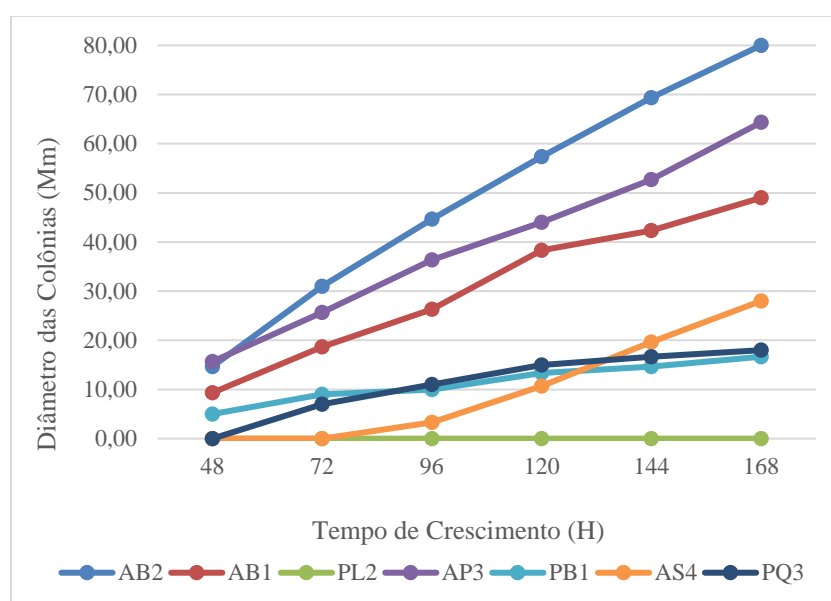


Figura 1 – Perfil do crescimento dos fungos filamentosos em meio contendo NaCl a 150 mM. (AB1: *Aspergillus sp1*, AB2: *Aspergillus sp2*, PB1: *Penicillium sp1*, PL2: *Penicillium sp2*, AP3: *Aspergillus sp3*, PQ3: *Penicillium sp3* e AS4: *Aspergillus sp4*).

Conforme discutido por (11), o gênero *Aspergillus* é capaz de apresentar altos índices enzimáticos, mesmo quando comparado àqueles considerados os melhores produtores de proteases. Neste ensaio, observou-se todos os isolados desse gênero exibiram taxas de aumento de diâmetro radial superior quando em comparação aos do *Penicillium*.

Enquanto os menores valores foram encontrados para os gêneros *Penicillium* (PQ3, PB1 e PL2). Embora algumas espécies de *Penicillium* sejam capazes de crescer em ambientes com elevadas concentrações de sal e açúcar, e baixa acidez (12), no meio de

cultura preparado os mesmos demonstraram crescimento inferior aos fungos isolados do gênero *Aspergillus*. Mesmo o AS4 ultrapassou PQ3 e PB1 nas 24 horas finais do ensaio de crescimento.

A presença de NaCl no meio parece ter favorecido o desenvolvimento das colônias de *Aspergillus* em detrimento das colônias de *Penicillium*. Segundo (13, 14), certas concentrações de NaCl podem influenciar na assimilação de nutrientes e estresse oxidativo, em estudo com *A. ochraceus*, quando utilizaram uma concentração de 20 g/L de NaCl, foi observado que houve indução de crescimento e produção de esporos do fungo em meio BDA.

Outrossim, em outro estudo sobre a avaliação da influência das fontes de nitrogênio (sais de amônio, casaminoácidos, peptona e gelatina) na secreção de enzimas hidrolíticas por *F. oxysporum* e *A. nidulans*, (15) apontam que o metabolismo dos fungos é regulado pela complexidade da natureza da fonte de nitrogênio e pH do meio em correlação à fonte de carbono.

Avaliação do índice enzimático

Apenas 28% dos fungos filamentosos apresentaram alguma atividade enzimática nos meios utilizados, demonstrando que a fermentação submersa estática e/ou as condições fornecidas nesse experimento não foram adequadas para a produção de proteases. Estes resultados podem ser observados na Tabela 1, na qual foi identificada (+) ou não (-) a presença de proteases conforme a existência de halos.

Tabela 1 – Halos de hidrólise dos fungos filamentosos.

MORFOTIPO	HALO MÉDIO (mm)	PROTEASES
AB1	0	-
AB2	0	-
PB1	15	+
PL2	0	-
AP3	0	-
PQ3	5	+
AS4	0	-

(AB1: *Aspergillus sp1*, AB2: *Aspergillus sp2*, PB1: *Penicilium sp1*, PL2: *Penicilium sp2*, AP3: *Aspergillus sp3*, PQ3: *Penicilium sp3* e AS4: *Aspergillus sp4*).

Um estudo realizado com fungos isolados da macaúba, (16) observou que 73,68% dos microrganismos isolados produziram proteases, quando esse testou em um meio contendo o ágar Skim milk.

O baixo perfil de produção obtido neste estudo pode ser explicado pela falta de aeração durante o processo fermentativo, que limitou o acesso do fungo ao oxigênio, como foi observado pelo crescimento superficial das colônias nos erlenmeyers. Esse fato por si justificaria o baixo desempenho desses quando comparados a outros experimentos que utilizaram o processo de aeração para os fungos estudados.

Em nível de comparação, a fermentação em estado sólido descrita por (17) oferece melhores vantagens sobre a fermentação submersa, destacando-se níveis mais altos de produção e menor custo de operação.

Enzimas produzidas por meio de microrganismos apresentam diversos benefícios, em especial pelo baixo custo, fácil produção em larga escala e por serem um recurso renovável (18). Mas uma interessante vantagem de produzir enzimas utilizando bolores é a de que em comparação com leveduras e bactérias, o processo de purificação é menos custoso e mais simples, uma vez que os micélios podem ser facilmente removidos por filtração (19).

Ademais, as enzimas proteolíticas (colagenases) possuem variadas aplicações industriais, como para o preparo de pomadas limpeza e queimaduras, cosméticos; no processamento de resíduos e couro; no melhoramento, amaciamento de carnes. Também, é importante salientar, as colagenases produzidas por microrganismos são capazes de atuar tanto sobre o colágeno nativo quanto sobre o colágeno desnaturado (20, 21, 22, 23).

CONCLUSÕES

A identificação morfológica dos fungos isolados dos substratos, mostrou que os mesmos eram dos gêneros, *Penicillium* e *Aspergillus*. O perfil do crescimento mostrou que o uso de NaCl a 150 mM não impediu o desenvolvimento da maioria dos fungos testados, sendo favorável principalmente para aqueles do gênero *Aspergillus*. Entretanto, a ausência de aeração, o meio de cultura e as condições utilizados na fermentação submersa estática interferiu na produção de proteases. Assim, sugere-se investigação com outros substratos e condições de fermentação para melhores resultados, além de descrever-se as espécies para um estudo mais detalhado e específico.

REFERÊNCIAS

1. Papadaki E, Kontogiannopoulos NK, Assimopoulou NA, Mantzouridou FT. Feasibility of multi-hydrolytic enzymes production from optimized grape pomace residues and wheat bran mixture using *Aspergillus niger* in an integrated citric acid-enzymes production process. *Bioresource Technology*, v. 309; 2020.
2. Souza TC, Araújo COM, Rodrigues JC, Filho RFC, Fernandes OCC. Análise Quantitativa da Produção de Proteases por *Aspergillus* spp e *Penicillium* spp da Coleção de Fungos da Amazônia – CFAM/FIOCRUZ- AM em Diferentes Condições de Cultivo. *Scientia Amazonia*, v.4, n.2, 107-113; 2015.
3. Ladeira SA, Andrade MVVA, Delatorre AB, Perez VH, Martins MLL. Utilização de resíduos agroindustriais para a produção de proteases pelo termofílico *Bacillus sp* em fermentação submersa: otimização do meio de cultura usando a técnica de planejamento experimental. *Química Nova*, v. 33, n. 2, p.324-328; 2010.
4. Romero FJ, García LA, Salas JÁ, Díaz M, Quirós LM. Production, purification and partial characterization of two extracellular proteases from *Serratia marcescens* grown in whey. *Process Biochemistry*, v. 36, p. 507-515; 2001.

5. Giongo JL. Caracterização e aplicação de proteases produzidas por linhagens de *Bacillus* sp. Master of Science dissertation in Agricultural Microbiology. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. p.81, Mar; 2006.
6. Tari C, Genckal H, Tokatli F. Optimization of a growth medium using a statistical approach for the production of an alkaline protease from a newly isolated *Bacillus* sp. L 21. *Process Biochemistry*. v. 41, p. 659–665; 2006.
7. Rigo D, Gayeski L, Tres GA, Camera FDC, Zeni J, Valduga E, Cansian RL, Backes GT. Produção Microbiológica de Enzimas: uma Revisão. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.1, p.9232-9254jan; 2021.
8. Samson RA, Visagie CM, Houbraken J, et al. Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. *Stud Mycol*, v.78, p. 141–173; 2014.
9. Visagie CM, Hirooka Y, Tanney JB, et al. *Aspergillus*, *Penicillium* and *Talaromyces* isolated from house dust samples collected around the world. *Stud Mycol.*; v.78, p.63–139; 2014.
10. Houbraken J, Kocsubé S, Visagie CM, Yilmaz, N. Wang XC, Meijer M, Kraak B, Hubka V, Bensch K, Samson R, Frisvad AJC. Classification of *Aspergillus*, *Penicillium*, *Talaromyces* and related genera (Eurotiales): An overview of families, genera, subgenera, sections, series and species, *Studies in Mycology*, v. 95, p. 5-169; 2020.
11. Carvalho T, Filho GA, Pacheco VSC, Ferreira NA, Rocha TJO, Franco M. Produção de enzimas hidrolíticas por fermentação em estado sólido da palma doce (*Nopalea coccinellifera*) utilizando modelos estatísticos significativos. *Revista de Estudos Ambientais*, v.14, n.1, p.48-57; 2012.
12. Figueiredo CN, de Souza HG, Magalhães VC, Sales LS, Santana DN, de Souza JT, Andrade JP, Marbach PAS. Diversidade taxonômica e identificação de *Penicillium*, *Tópicos em Microbiologia Agrícola*, Publisher: Editora UFRB, p.247-266; 2020.
13. Da Silva MC, Bertolini MC, Ernandes JR. Biomass production and secretion of hydrolytic enzymes are influenced by the structural complexity of the nitrogen source in *Fusarium oxysporum* and *Aspergillus nidulans*. *Journal of Basic Microbiology*, v. 41, n. 5, p. 269-280; 2001.
14. Wang Y, Guan Y, Lin W, Yan H, Neng J, Sun P. Quantitative Proteomic Profiling of Fungal Growth, Development, and Ochratoxin A Production in *Aspergillus ochraceus* on High- and Low-NaCl Cultures, *Toxins*, 13, 51; 2021.

15. Nascimento CS, dos Santos VL, Andrade MHC. Análise da produção de protease e lipase por fungos filamentosos isolados do fruto da macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. ex Mart). XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis- SC; 2014.
16. Queiroz C, de Sousa ACB. Produção de enzimas hidrolíticas por fungos filamentosos em diferentes substratos sólidos. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 7, p. 51849-51860; 2020.
17. Manan, M. A.; Webb, C. Design aspects of solid state fermentation as applied to microbial bioprocessing. *J Appl Biotechnol Bioeng*, v. 4, n. 1, p. 91, 2017.
18. Barata RA, Andrade MHG, Rodrigues RD, Castro IM. Purification and characterization of an extracellular trypsin-like protease of *Fusarium oxysporum* var. *lini*. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 94, n. 4, p. 304-308; 2002.
19. Coelho, MAZ, Salgado AM, Ribeiro BD. *Tecnologia enzimática*, Editora EPUB, Rio de Janeiro: FAPERJ; Petrópolis, RJ; 2008.
20. Domogatsky S. Highly selective proteolytic enzymes preparation for debridement of necrotic tissue from bum wounds; 2003.
21. Zerdani mi, faidaid m, Malki A. Digestion of solid tannery wastes by strains of *Bacillus* sp isolated from compost in Morocco. *International journal of agriculture e biology*, v.6, n. 5, p.758-761; 2004.
22. Tran LH, Nagano H. Isolation and characteristics of *Bacillus subtilis* CN2 and its collagenase production. *Journal of Home Economics of Japan*, v.12, p. 1083-1187; 2002.
23. Jung W, Winter H. Considerations for the use of clostridial collagenase in practice from clinical drug investigation. *Clinical Drug Investigation*. V.15, n.3, p.245-252; 1988.

SISGEN: A596786

DESENVOLVIMENTO E PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL, VEGETAL E/OU BEBIDAS



ELABORAÇÃO DE LINGUIÇA FRESCAL DE FILÉ DE TILÁPIA COM QUEIJO COALHO CONDIMENTADO

**Johny Ferreira de Souza¹; Raimundo Bernadino Filho²; Iara de Siqueira Bezerra³ e
Marilene da Silva Lima**

¹Engenheiro de Alimentos - UFAPE; E-mail: john2017fr@gmail.com

²Docente no Departamento de Engenharia de Alimentos – CEAL - UFAPE.

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CEAL - UFAPE

RESUMO

Nos últimos anos a indústria alimentícia tem procurado desenvolver alimentos com sabor agradável, visual atrativo e que promovam de alguma forma a saúde e bem-estar. Nesta pesquisa objetivou-se a elaboração de linguiça frescal de carne de tilápia com adição de queijo coalho condimentado e avaliar suas qualidades microbiológicas, físico-químicas e físicas. Foram desenvolvidas três formulações com concentrações variadas de queijo coalho condimentado. Foram realizadas análises microbiológicas propostas pela RDC nº 331 de 23 de dezembro de 2019, determinação da composição centesimal, valor energéticos e análises físicas. Todas as formulações apresentaram características físico-químicas dentro dos padrões estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de linguiça frescal. Os resultados das análises microbiológicas evidenciaram a boa qualidade higiênico-sanitária durante o processamento das formulações. As formulações apresentaram valor calórico inferior as linguiças comerciais de carne bovina e suína. Diante dos resultados, é possível estipular uma possível viabilidade para elaboração de um derivado cárneo com potencial para agregação de valor a carne de tilápia, considerada uma matéria-prima de alta qualidade nutricional.

Palavras-chave: aquicultura; embutido; peixe; tilápia do Nilo

INTRODUÇÃO

O Brasil tem um grande potencial de crescimento no âmbito da aquicultura, isso ocorre devido a vários fatores primordiais e necessários como disponibilidade hídrica, clima favorável e ocorrência natural de espécies aquáticas variadas e que não são nativas do país, o que acaba acarretando alto interesse zootecnológico e de mercado (1).

O consumo de pescado no Brasil é considerado baixo, mesmo assim, estamos consumindo mais alimentos aquáticos do que em anos anteriores com cerca de 20,2 kg per capita em 2020, e é esperado que esse valor dobre até o ano de 2050 segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde) (2). No ano de 2020 a pesca e a produção aquícola no país atingiram um recorde histórico de 214 milhões de toneladas. Dentre todas as espécies de pescado consumido no Brasil, a tilápia do Nilo se destaca muito, sendo considerada a mais cultivada por apresentar alta rusticidade, fácil adaptabilidade, carne nutritiva e de ótima

qualidade sensorial, assumindo uma importância crucial na aquicultura brasileira, por ser conhecido em todo o país (3, 4).

A carne de tilápia apresenta algumas características interessantes em relação a sua composição química, como 75 a 81,8% de umidade, 14,8 a 21% de proteínas, 0,9 a 4% de lipídeos, e cinzas 0,8 a 2,4%, assim é caracterizado como um peixe magro ao ser comparada a outras espécies semelhantes (5). Algumas características e benefícios desta carne é que ela se destaca sensorialmente por apresentar cor branca, poucas espinhas, textura firme, aspecto mais fibroso e suculento, sabor apreciável, elevado valor nutricional e baixo custo (6).

Diante da diversidade do mercado de produção de alimentos proteicos e que atingem uma alta adesão dos consumidores, pode-se destacar os produtos embutidos 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. Nesta categoria, estão incluídas linguiças, mortadela e salsichas, as quais são caracterizadas por apresentarem um dos mais altos teores de gordura dentre todos os tipos de produtos cárneos (7).

Hoje existem diversos alimentos de baixo custo que podem ser utilizados como matérias primas para criação de alimentos diversificados, nutritivos e que podem ser acessíveis a populações mais carentes, como o queijo de coalho, que é um dos mais tradicionais do Nordeste, e é considerado um alimento bastante funcional, pois contém bactérias que ajudam a manter o equilíbrio da microbiota intestinal. Sua criação deriva desde a história do queijo trazido por vaqueiros no sertão de um gosto mesmo que não em totalidade, devido às particularidades de cada zona queijeira, desde o Agreste Pernambucano, as zonas queijeiras de Alagoas e Sergipe, ao Seridó Paraibano e Potiguar para as Ribeiras Cearenses, a cozinha sertaneja têm hábitos ordinariamente comuns a várias regiões do nordeste no consumo de queijo de coalho (8).

Com a constante tendência do mercado e as exigências cada vez maiores do consumidor criterioso, desenvolver novos produtos é crucial hoje para a indústria que inova. Desta forma, nesta pesquisa objetivou-se elaborar formulações de linguiça frescal de carne de tilápia com adição de queijo coalho condimentado e avaliar a qualidade microbiológica, físico-química e física.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nas dependências do Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados e no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. A matéria-prima (filé de tilápia) e insumos necessários para elaboração das formulações foram adquiridos no mercado local de Garanhuns, Pernambuco.

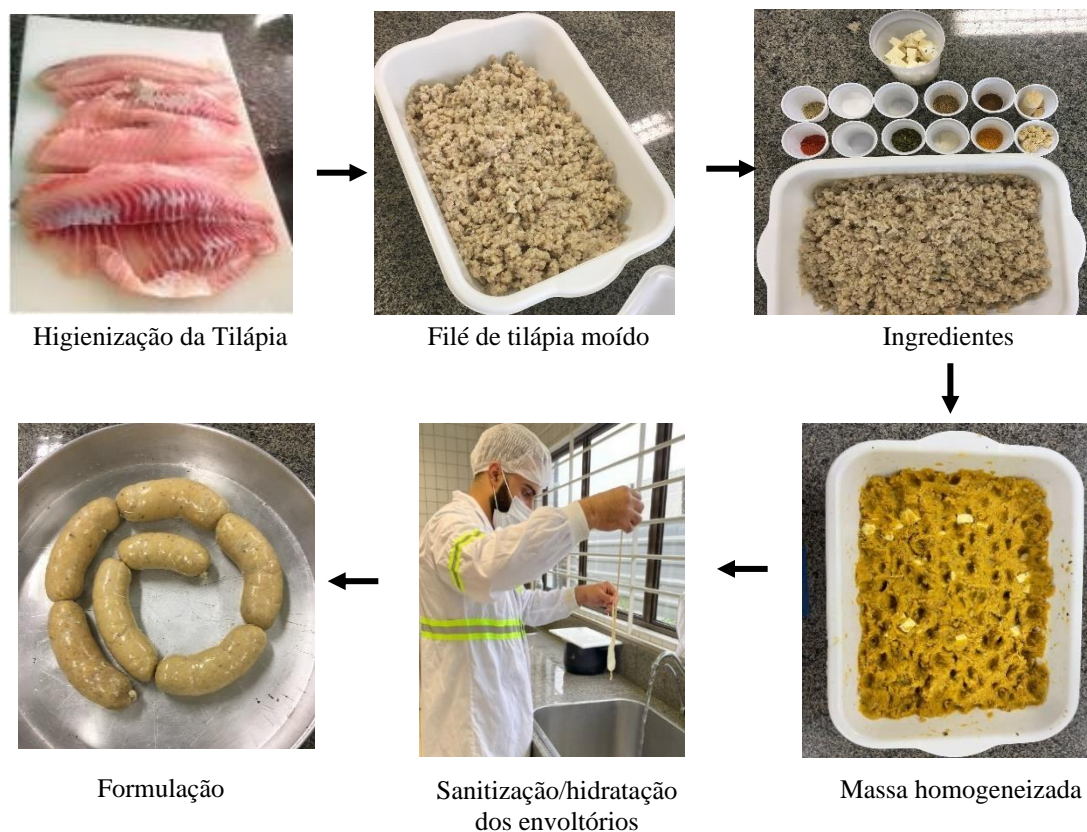
Elaboração das Formulações

Foram elaboradas três formulações de linguiça de carne de tilápia: uma com adição de 5% de queijo coalho condimentado (F1), com adição de 10% de queijo coalho condimentado (F2) e com adição de 15% de queijo coalho condimentado (F3). As formulações estão representadas na Tabela 1. A elaboração das linguiças foi realizada obedecendo à linha de processamento apresentada na Figura 1.

Tabela 1. Formulação das linguiças com adição de queijo coalho condimentado.

Matéria-prima/Insumos	Tratamentos		
	F1(%)	F2(%)	F3(%)
Carne de tilápia	95	90	85
Queijo Coalho condimentado	5	10	15
Ingredientes de porcentagem fixa			
Sal	2	2	2
Glutamato monossódico	0,1	0,1	0,1
Noz moscada	0,1	0,1	0,1
Alho em pó	1,5	1,5	1,5
Cebola em pó	1,5	1,5	1,5
Pimenta branca	0,1	0,1	0,1
Açafrão	0,2	0,2	0,2
Páprica doce	0,2	0,2	0,2
Açúcar	0,2	0,2	0,2
Vinagre	0,2	0,2	0,2

Figura 1. Imagens do processamento da Linguiça tipo frescal de Tilápia com queijo coalho condimentado.



Fonte: O autor (2023).

Inicialmente, os filés congelados foram cortados em porções menores, sendo em seguida moídos em moedor com discos de 5 mm de diâmetro, os demais ingredientes foram pesados e adicionados à massa cárnea para etapa de mistura e homogeneização até a completa incorporação dos mesmos; a massa cárnea foi mantida em descanso por 30 minutos

em temperatura de 7°C. A massa cárnea obtida foi embutida em tripas suínas em uma embudadora tipo canhão, seguido de amarração dos gomos em tamanhos de aproximadamente 9 cm, pesando em média 80 g cada. As linguiças foram embaladas em embalagens de policloreto de polivinila (PVC) e em seguida armazenadas em freezer, a -18°C, até o momento das análises.

Análises microbiológica

Foram realizadas as análises microbiológicas, para os seguintes micro-organismos: *Staphylococcus coagulase positiva*, *Clostridium sulfito-redutor*, *Salmonella sp.* e coliformes a 45°C, propostas pela instrução normativa N° 92, de 18 de setembro de 2020, do Ministério da Agricultura pecuária e abastecimento (9). Foi adotada a metodologia proposta pela American Public Health Association (10).

Análises físico-químicas e físicas

Para avaliar as características físico-químicas e físicas das formulações, foram determinados a composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos), pH, atividade de água, cor e percentual de rendimento. Todas as determinações foram feitas em três repetições e o resultado expresso pela média dos valores obtidos.

A composição centesimal foi realizada de acordo com a metodologia proposta pelo Instituto Adolf Lutz (11). 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 Bradford, (11), que utiliza Comassie Brilliant Blue G-250 como corante e Albumina de Soro Bovino (BSA) como padrão. A extração de gordura foi realizada pelo método de extração de Soxhlet na presença de hexano, na qual o solvente orgânico (hexano) extrai os lipídeos que são quantificados através da pesagem do resíduo após a eliminação do solvente. Os carboidratos foram calculados por diferença de acordo com a Instrução Normativa n° 75, de 08 de outubro de 2020 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (12).

As medidas de pH foram realizadas em temperatura ambiente utilizando potenciômetro, homogeneizando 5g de amostra com 50mL de água destilada, de acordo com metodologia proposta pelo IAL (11). A atividade de água (Aw) foi avaliada a 25 °C em determinador de atividade de água (4TE, Aqualab).

Para a medida da cor foi utilizado colorímetro. 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.

O valor energético total (VET), em kcal g⁻¹, foi calculado de acordo com a Equação:

$$\text{VET} = (\text{C} \times 4) + (\text{P} \times 4) + (\text{L} \times 9)$$

Onde, C = carboidratos, P = proteínas, L = lipídios (13).

Análises Estatísticas

Com os dados gerados nas análises físico-químicas e físicas, 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 (14).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas para avaliar a qualidade higiênico-sanitária da formulação de linguiça de tilápia tipo frescal. Os resultados das análises estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados análises microbiológicas

Análises	Formulações			Tolerância máxima ¹
	F1	F2	F3	
<i>Salmonella sp.</i> / 25 g	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Staphylococcus coagulase</i> positiva/g (UFC/g) ²	1x10 ²	1x10 ²	2x10 ²	5x10 ³
<i>Escherichia coli</i> /g	2x10	2x10 ²	1x10 ²	5x10 ²

¹ Tolerância Máxima - Determinação preconizada pela Instrução Normativa N° 60, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019). ² UFC/g - Unidade formadora de colônia por grama.

Segundo a legislação brasileira IN n° 01 de 15 de janeiro de 2019, que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe salgado e o peixe salgado seco, devem apresentar total ausência de *Salmonella spp.* em 25 g de cada amostra, valor mais provável e limite 5,0x10³ UFC/g de cada amostra para *Staphylococcus coagulase positiva*/g, e limite de tolerância máxima de 5,0x10²/g de amostra para *Escherichia coli*/g. Nos resultados obtidos da Tabela 2, nota-se que as amostras de linguiça estavam adequadas às normas brasileiras vigentes. Então como todas as amostras estavam dentro dos limites e padrões de segurança microbiológica, assegurando o consumo do produto sem provocar danos aos participantes da análise sensorial.

Análises físico-químicas e físicas

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da composição centesimal e valor energético das formulações analisadas.

Tabela 3 - Resultados da composição centesimal e valor energético total para linguiça de carne de tilápia com queijo coalho condimentado do tipo frescal.

Parâmetros (%)	F1	F2	F3
Umidade	60,76 ± 0,01 ^a	61,23 ± 0,01 ^a	61,04 ± 0,01 ^a
Cinzas	2,90 ± 0,00 ^a	3,01 ± 0,40 ^a	3,17 ± 0,00 ^a
Proteínas	14,40 ± 0,51 ^a	14,00 ± 0,65 ^a	14,69 ± 0,00 ^a
Lipídeos	21,78 ± 0,00 ^a	20,96 ± 0,00 ^a	20,32 ± 0,02 ^a
Carboidratos Totais	0,16 ± 0,03 ^b	0,80 ± 0,01 ^a	0,78 ± 0,01 ^a
Valor calórico (Kcal/100g)	254,26	247,84	244,76

Os resultados obtidos para valor de umidade de todas as formulações (Tabela 3) foram semelhantes aos reportados por Santos (15) que encontrou em suas análises físico-químicas realizadas após elaboração de linguiça frescal teores de umidade que variaram de 66,94% a 67,06. Valor este, dentro do permitido pela legislação para linguiças frescas que é de 70%, no máximo.

O resultado obtido na quantificação de umidade mostrou-se bem próximo ao encontrado em formulações produzidas por Rezende et al. (16), que desenvolveu linguiça de tilápia-do-Nilo elaborada com proteína texturizada de soja com valores de umidade entre 67,2 e 65,34. Os teores de umidade semelhantes para as três formulações, nos permite inferir que a adição do queijo coalho condimentado ao produto não provocou um aumento significativo no teor de umidade.

O teor de proteína encontrada nas formulações desta pesquisa, se enquadrou ao estabelecido pela legislação vigente apresentada através da instrução normativa N°38 de 27 de setembro de 2017 que estabelece mínimo de 12% para esse produto. Mata (17) encontrou em seu estudo uma concentração de proteína variando de 15,85% a 16,39% em linguiça frescal de tilápia, valores obtidos que são semelhantes aos encontrados nesse estudo. Outro pesquisador Oliveira Filho et al. (5) em seu estudo obteve teor de proteínas superior a 24% em linguiça também elaborada com filés de Tilápia.

Quando tratamos do teor de proteínas em produtos que tem pescado como matéria-prima vai depender da concentração, ou seja, a quantidade de peixe que foi utilizada na elaboração do produto e na composição físico-química da parte comestível do peixe que foi utilizado.

O teor de lipídeos encontrado nas amostras encontra-se dentro dos padrões definidos pela legislação, que estabelece o máximo de 30%, definido pela IN N°4/2000 (18). Santos (15), elaborou uma formulação de linguiça de carne de tilápia obtendo 12,13% de teor de lipídeos e Segundo Ogawa e Maia (19), o teor de lipídeos sofre uma grande variação, em função do tipo de músculo encontrado na superfície corporal em uma mesma espécie de pescado, um exemplo em atum a carne dorsal apresenta teores de 1 a 2% de gordura, enquanto a carne abdominal pode alcançar até 20%.

Oliveira Filho et al. (5), realizando seu estudo sobre a avaliação físico-química de filés de tilápia submetidos à sanitização, observaram teor de lipídeos de 1,44 a 3,19%. O presente estudo não apresentou semelhança ao encontrado por Verdi (20), que ao realizar suas análises de teor de lipídeos verificou que os valores obtidos variaram de 5,43 e 5,79% para quibes de tilápia.

Para a avaliação do teor de cinzas, os resultados obtidos para as formulações F1, F2 e F3 foram próximos, sendo estes 2,90%, 3,01% e 3,17%, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Rezende et al. (16), que em seu estudo foram elaborados dois tipos diferentes de linguiça de tilápia do Nilo: uma com adição de proteína texturizada de soja (A) e outro sem adição (B), obtendo os seguintes resultados para as formulações A e B, sendo 1,91% e 1,89%.

Santos (15), ao elaborar linguiça de tilápia tipo frescal encontrou teor de cinzas de 1,66%, valor semelhante ao estudo realizado, devido a adição do queijo coalho condimentado que eleva o teor de cinzas por causa do percentual de gordura elevado, do orégano e especiarias em sua constituição.

De acordo com Oliveira Filho (5) em produtos embutidos de pescado, as cinzas podem variar de 1 a 5%. Esse fato se dá pela adição dos Ingredientes, tipo da matéria-prima, manejo do pescado e aditivos e/ou demais ingredientes utilizados na formulação dos produtos de pescado que podem influenciar na quantidade de cinzas que corresponde à matéria mineral destes produtos.

Por fim, ao conhecermos a composição centesimal da linguiça, foi determinado o seu valor energético (Kcal) para uma porção de 100g, sendo seu valor exato de 248,95Kcal. Seu valor calórico foi inferior as linguiças frescas comerciais, logo o produto tem baixa quantidade de calorias. O queijo coalho pode ter grande influência no valor energético do produto final. Devido ao processo de produção que ele passa, a capacidade de retenção de água e o tipo de processamento submetido, variando a composição centesimal do produto.

Os resultados do potencial hidrogeniônico (pH), da atividade de água (Aa) e cor, estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados de pH, Aa, cor das formulações de linguiça de carne de tilápia com queijo coalho condimento do tipo frescal.

Parâmetros	Tratamentos		
	F1	F2	F3
pH	6,12±0,01 ^a	6,12±0,01 ^a	5,83±0,01 ^a
Aw	0,97 ±0,00 ^a	0,98±0,00 ^a	0,97±0,00 ^a
Cor			
L*	27,27±0,01 ^a	29,13±0,01 ^a	32,77±0,01 ^a
a*	+2,73±0,01 ^c	+3,00±0,01 ^b	+3,73±0,01 ^a
b*	+13,37±0,01 ^b	+12,13±0,01 ^b	+18,63±0,01 ^a

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey com um nível de significância de 5%. pH – Potencial hidrogeniônico; Aw – Atividade de água; L* - Luminosidade; a* - Intensidades de cor verde/vermelho; e b* - Intensidade de cor amarelo/azul.

As formulações apresentaram pH abaixo do limite máximo exigido para pescado fresco que está em torno de 6,60 de acordo com Bernardino Filho (7). Santos *et al.* (15), avaliando a qualidade da linguiça de tilápia tipo frescal de filé de tilápia do Nilo, encontrou valores médio para o pH de 6,36. Bartolomeu *et al.* (21), ao avaliarem a qualidade de um produto embutido “tipo mortadela” de CMS de tilápia do Nilo, encontraram valores médio para o pH de 6,42, enquanto Bernardino Filho (7), para o mesmo tipo de emulsionado, encontrou uma média de pH de 6,60.

Segundo Lourenço *et al.* (22), quando o produto apresenta um pH que esteja variando a valores próximo do neutro interferem na ação das proteínas miofibrilares que irão ter que atingir sua capacidade máxima de tensionamento, o que conseqüentemente vai alterar características da carne de linguiça de tilápia.

Os resultados de atividade de água das formulações variaram de 0,97 e 0,98, para as formulações F1 e F2 respectivamente, estes números foram idênticos aos encontrados em linguiças elaboradas com CMS de resíduos de filetagem de tilápia do Nilo por Oliveira Filho (5).

A alta atividade de água, da carne de peixe, proporciona o crescimento microbiano mais rápido. Diante disto, há uma grande importância de se adotar medidas de controle para evitar contaminação no processamento, aplicação de boas práticas de fabricação, boas práticas de higiene e conservar o produto sob congelamento (5).

Observa-se que em relação a cor, que, para o parâmetro L* não se verifica diferença significativa ($p>0,05$) em relação as amostras. Para o parâmetro de cor a* não se verifica também diferença significativa entre as amostras já para o parâmetro b*, ocorre diferença significativa ($p<0,05$) entre a amostra F3 em relação as amostras F1 e F2, já para a amostra F1 e F2 em relação ao parâmetro b* não apresentaram diferença significativa entre si.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados encontrados nas análises de composição centesimal, físicas e microbiológicas, foi possível verificar o potencial do uso da tilápia do Nilo como matéria-prima para a elaboração de uma linguiça frescal com boa qualidade nutricional, baixo valor calórico, apresentando composição química comparável a outros produtos elaborados com diferentes tipos de pescado. Outro ponto importante nas formulações desenvolvidas é que seu valor calórico que foi inferior as linguiças comerciais de carne bovina e suína comercializadas. Desta maneira, grandes indústrias e pequenas deveriam investir na cadeia produtiva de derivados do pescado, dando destaque a fase do beneficiamento, processamento e qualidade higiênico sanitárias da matéria-prima e agregação de valor.

REFERÊNCIAS

1. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fishery and aquaculture statistics 2012. Roma
2. FAO. (2022). Estabilidade da Produção Global de Pescado Mundial. Roma.
3. Sa Vieira, P. H. S., Melo, C. C., Medeiros, R. F., Vasconcelos-Filho, M. B., Moura, J. V. S., Albuquerque, C. A., & Oliveira-Filho, P. R. C. (2015). Produtos de valor agregado de tilápia (*Oreochromis niloticus*) utilizando diferentes concentrações de amido. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 3(1), 41-53.
4. Peixe BR. Anuário peixe br da piscicultura. Associação Brasileira da Piscicultura. 19ª ed. 148p. Pinheiros-São Paulo, 2019.
5. Oliveira Filho, P.R.C.; Sobral, P.J.A.; Balieiro, J.C.C.; Viegas, E.M.M. Comparison of stunning methods on the physicochemical properties of frozen Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) filets. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, v.26, n.3, p.325-334, 2017.
6. Cunha, F.L.; Monteiro, M.L.G.; Júnior, C.A.C; Santos, E.B.; Vital, H.C.; Mársico, E. T.; Mano, S. Determinação e monitoramento de amins biogênicas por cromatografia líquida de alta eficiência em files de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) resfriados embalados em atmosfera modificada e irradiados. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v.35, n.3, p.275-282, 2013.
7. Bernardino Filho, R. Elaboração de embutido tipo mortadela de CMS de tilapia, adicionado de resíduos de camarão. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 118p. 2018.
8. Cascudo, L. C. Dicionário do folclore brasileiro. 10. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005. História da alimentação no Brasil. 4. ed. São Paulo: Global Editora, 2011.
9. 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 Jan. 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>> Acesso em: 06 de agosto de 2022.

10. APHA - American Public Health Association. Compendium of methods of the microbiological examination of foods. 4th. Edition. Washington D.C., 2001
11. IAL. Instituto Adolf Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.
12. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 75, de 08/10/2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 09 de outubro de 2020. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>> Acesso em: 15 de março de 2023.
13. 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.
14. Silva, F. A. S. E.; Azevedo, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. Journal of Agricultural Science, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.
15. Santos, M. E. Utilização de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) no desenvolvimento de linguiça frescal: agregação de valor e incentivo ao consumo do pescado. Trabalho de Conclusão do Curso Superior em Tecnologia de Alimentos – UFPB, João Pessoa: Paraíba, 2019.
16. Rezende, A. N. V.; Almeida, J. C.; Gherardi, S. R. M. Linguiça de tilápia-do-nilo elaborada com proteína texturizada de soja. Revista Agropampa. v. 3, n. 3 Urutaí-Goiás, 2020.
17. Mata, E.R. Elaboração de Linguiça frescal de carne de Tilápia (*Oreochromis Niloticus*), análise microbiológica e físico-química. TCC – Tecnologia de Alimentos – IFPI – Campus Teresina Central, 35p. 2017.
18. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 4, 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, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa. Diário Oficial da União. Brasília, 31 março de 2000. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em: 06 de agosto de 2023.
19. Ogawa, M; Maia E. L. Manual de pesca: ciência de tecnologia do pescado. São Paulo: Varela, 1999
20. Verdi R.; Souza M. L. R. Inclusão de Mix Desidratado de Peixe em Linguiça Defumada e Quibe de Peixe. Encontro Anual de Iniciação Científica, Universidade Estadual de Maringá / Centro de Agrárias/Maringá, PR, 2015.
21. Bartolomeu, D. A. F. S.; Waszczynskyj, N.; Kirschnik, P. G.; Dallabona, B. R.; Costa, F. J. O. G.; Leivas, C. L. Storage of vacuum-packaged smoked bologna sausage prepared from Nile tilapia. Acta Scientiarum Technology, v. 36, n. 3, p. 561-567, 2014.

22. 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*, p.1-9, 2012.

Capítulo 36

DOI: 10.53934/20243-36

DESENVOLVIMENTO DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO UTILIZANDO TENDÊNCIA *CLEAN LABEL*

Karina Barbosa dos Santos¹; Raimundo Bernadino Filho²; Larissa Mylena Mendes Dias³; Jadielson Francisco Silva de Melo⁴; Aline Samara Moraes Silva⁵

¹Estudante do curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPÉ; E-mail: barbosa.s00@outlook.com

²Docente no departamento de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPÉ

³Estudante do curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPÉ

⁴Estudante do curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPÉ

⁵Estudante do curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPÉ.

Resumo: A tendência *clean label* tem o intuito de produzir alimentos livres de aditivos e conservantes químicos e com a adição de ingredientes naturais conhecidos da população. Nesta pesquisa objetivou-se desenvolver uma formulação de linguiça frescal de carne de frango, utilizando o conceito *clean label*, substituindo aditivos e conservantes sintéticos por ingredientes naturais. Foram desenvolvidas, uma formulação padrão de linguiça de frango (FP) e outra seguindo a tendência *clean label* (FC), substituindo o sal de cura, por sal de ervas. Realizou-se análises de determinação do valor energético, análises físico-químicas e físicas. As análises físico-químicas atenderam ao padrão de identidade e qualidade exigido pela a legislação vigente no Brasil. O valor energético para a FP e FC foram de 145,05 e 138,53 Kcal, respectivamente. Em relação a cor, o valor L* que mede a luminosidade do produto cárneo, na FP foi de 32,1 e 22,9 para a FC. As formulações apresentaram um bom rendimento de produção, onde a formulação FP teve 81,9% e FC 82,76%. De maneira geral, esses resultados evidenciam um produto com boas características tecnológicas, apresentando potencial para produção e possível aceitação por parte dos consumidores.

Palavras-chave: carne de frango; embutido; frescal; produto cárneo;

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, órgãos de saúde pública e agências reguladoras têm recomendado a redução na ingestão de produtos industrializados como uma forma de reduzir os fatores de risco no surgimento de doenças, principalmente as cardiovasculares, devido a elevada quantidade de aditivos alimentares sintéticos e de gorduras presentes em algumas categorias desses alimentos. Baseado neste fato, os consumidores estão cada vez mais conscientes da importância de reduzir a ingestão destes componentes buscando alimentos que além da função nutricional, possam ajudar na promoção da saúde, e nesse contexto é que surge o termo *clean label*, o qual significa em português “rótulo limpo”, que busca ser um produto sem aditivos e conservantes e com ingredientes conhecidos pela população.

A tendência *clean label* apareceu pela primeira vez na década de 1980, quando os consumidores começaram a evitar os *E-numbers* que são as codificações de aditivos alimentares utilizados na Europa e Suíça, listados nos rótulos dos alimentos, porque eles teriam sido associados com efeitos negativos na saúde (1).

Para Ingredion (2) o conceito *clean label* está relacionado com uso de ingredientes que são aceitos pelos consumidores, ou seja, algo que eles possam encontrar em seus armários da cozinha ou simplesmente produtos conhecidos como: sal, açúcar, amido de milho e assim por diante. Além disso, a lista de ingredientes deve ser curta, simples e não deve incluir nomes que soam como produtos químicos ou aditivos e priorizando ingredientes que sejam minimamente processados.

Na definição de Edwards (3), rótulo limpo é algo produzido livre de aditivos químicos, tendo uma lista de ingredientes fáceis e sendo produzido com as técnicas tradicionais com processamento limitado. Uma das questões-chave é que os ingredientes podem ser parte de um rótulo limpo, ou, mais importante ainda, são os ingredientes que definem um produto *clean label*.

De acordo com Agência Internacional Euromonitor o Brasil é o 4º colocado em consumo de alimentos saudáveis no mundo. Chegando a movimentar cerca de US\$35 bilhões por ano. Os dados da pesquisa ainda mostram que no período dos últimos cinco anos o setor de alimentos e bebidas saudáveis teve um crescimento médio de aproximadamente 12% ao ano (4).

Segundo Mintel (5), fica claro que os consumidores brasileiros querem ser mais seguros de sua alimentação voltando suas aspirações para alimentos tradicionais, que sejam novos, porém reconhecíveis, e que permitam o acesso a esses produtos pela comunidade no geral. E isso faz com que a corrida para lançar produtos com ênfase em estilo saudável esteja crescendo a cada dia, assim fica evidente a importância de as indústrias processadoras de carne começarem a utilizar diferentes tecnologias e métodos para substituições de suas formulações, principalmente de alimentos muito consumidos, como os embutidos.

Os embutidos 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 (6). Nesta categoria estão incluídas linguiças, as quais são caracterizadas por apresentarem um dos mais altos teores de gordura e aditivos dentre todos os tipos de produtos cárneos.

No Brasil, a linguiça é um dos produtos cárneos mais fabricados e consumidos, provavelmente pelo fato de sua elaboração não requerer tecnologia sofisticada, exigir poucos equipamentos e, conseqüentemente, apresentar baixo custo (7). Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (8), linguiça é definida como o produto carne industrializado, obtido de carnes de animais, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao processo tecnológico adequado, tendo como ingredientes obrigatórios carne das diferentes espécies de animais de açougue e sal (cloreto de sódio). As linguiças frescas não são maturadas nem dissecadas, sendo lançadas no mercado na mesma forma em que são produzidas, acondicionadas em embalagens plásticas ou naturais.

Essa nova linha de pensamento de rótulo limpo está sendo incluída no mercado brasileiro aos poucos, o desafio de tornar-se um alimento *clean label* se concentra em encontrar ingredientes substitutos que satisfaçam os aspectos da tendência e estejam

disponíveis no mercado brasileiro. E isso faz com que a corrida para lançar produtos com ênfase em estilo saudável esteja crescendo a cada dia, assim fica evidente a importância de as indústrias processadoras de carne começarem a utilizar diferentes tecnologias e métodos para substituições de suas formulações.

Diante deste contexto, o presente trabalho teve como objetivos desenvolver linguiça fresca de carne de frango utilizando tendência *clean label*, substituindo aditivos e conservantes sintéticos por ingredientes naturais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nas dependências do Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados e no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), Garanhuns-PE. A matéria-prima (coxa e sobrecoxa), gordura suína e insumos necessários para elaboração das formulações foram adquiridos no mercado local da cidade.

O sal de ervas foi preparado com uma mistura de ervas desidratadas (manjeriço, orégano e salsinha) na proporção de 25% cada erva mais 25% de cloreto de sódio. A mistura de ervas com sal foi triturada em liquidificador doméstico por 3 minutos até a obtenção de um pó, seguindo de armazenamento em pote de vidro com tampa e acondicionado em temperatura ambiente.

6.1 Elaboração das linguiças de frango

Foram desenvolvidas uma formulação padrão de linguiça de frango (FP) com glutamato monossódico e sal de cura (nitrito e nitrato) e uma formulação seguindo a tendência *clean label* (FC) substituindo os aditivos da fórmula FP por sal de ervas (manjeriço, orégano, salsinha e cloreto de sódio). A Tabela 1 apresenta as formulações de ambos tratamentos.

Tabela 1 – Formulação da linguiça de frango padrão e *clean label*

Matéria-prima	(FP) (%)	(FC) (%)
Carne de frango	80	80
Gordura suína	20	20
Ingredientes *	%	%
Sal de cozinha	2,00	2,00
Pimenta-do-reino	0,10	0,10
Alho em pó	1,00	1,00
Cebola em pó	1,00	1,00
Páprica doce	0,10	0,10
Noz-moscada	0,05	0,05
Eritorbato de sódio	0,50	0,50
Glutamato monossódico	0,05	-
Sal de cura (nitrito e nitrato)	0,25	-
Sal de ervas	-	0,25
Água mineral gelada	7,0	7,0

*Porcentagem em relação à massa cárnea

Fonte: autora

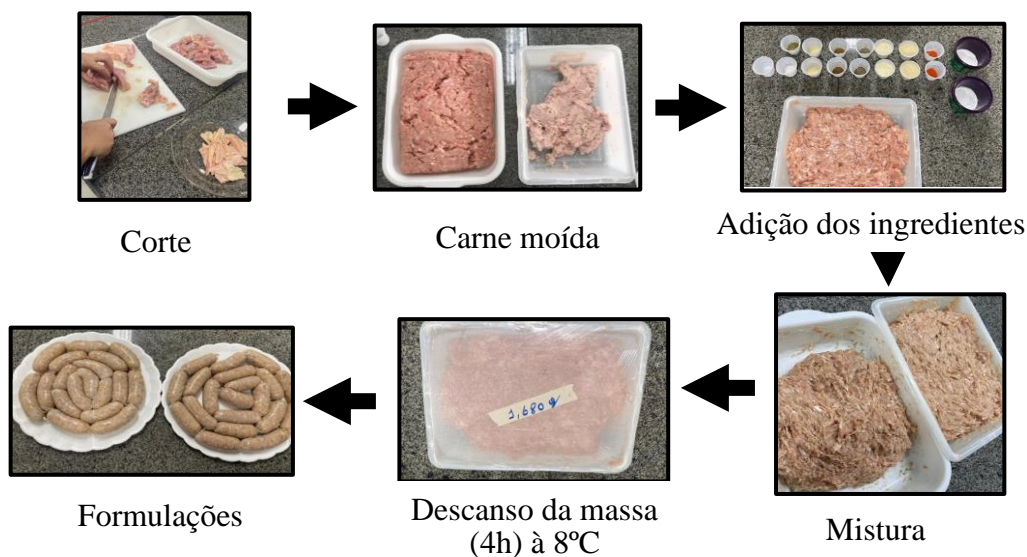


Figura 1 - Fluxograma de elaboração de linguiça fresca
Fonte: O autor, 2023

De início foi realizada a desossa da coxa e sobrecoxa e feita a moagem juntamente com a gordura suína em moedor de carne com disco de 5 mm de diâmetro em temperatura de 7 °C, para evitar o aquecimento indesejável no processo. A etapa de mistura da matéria-prima e dos ingredientes aconteceu de forma manual, até a obtenção de uma mistura homogênea. Em seguida a massa passou por uma etapa de descanso para melhor incorporação dos condimentos em temperatura de 5 °C, por um período de 12 horas; a massa cárnea obtida foi embutida em tripas suínas em uma embutideira tipo canhão, seguido de amarração dos gomos em tamanhos de aproximadamente 8 cm, pesando em média 50g cada; as linguiças foram embaladas em embalagens de polietileno e em seguida armazenadas em freezer à -18°C, para posteriormente serem realizadas as análises. As formulações foram processadas obedecendo à linha de processamento apresentada na Figura 1.

6.3 Avaliações físico-químicas e parâmetros físicos de qualidade

Para avaliar as características físico-químicas e físicas das formulações foram determinados a composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos), pH, atividade de água e cor.

A composição centesimal foi realizada de acordo com a metodologia proposta pelo Instituto Adolf Lutz (9). 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 será mensurado, por meio do método de Kjeldahl, utilizando-se o fator de 6,25 para conversão de nitrogênio total em proteína total. A extração de gordura foi realizada pelo método de extração Soxhlet na presença de hexano, na qual o solvente orgânico (hexano) extraiu os lipídios que foram quantificados através da pesagem do resíduo após a eliminação do solvente. Os carboidratos foram calculados por diferença de acordo com a Resolução RDC n° 360, de 23 de dezembro de 2003 (10).

As medidas de pH foram realizadas sob temperatura ambiente utilizando potenciômetro, homogeneizando 5 g de amostra com 50mL de água destilada, de acordo com metodologia proposta pelo IAL (9). A atividade de água (Aw) foi avaliada a 25 °C em determinador de atividade de água (4TE, Aqualab).

Para a medida da cor foi utilizado o colorímetro. 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.

O percentual de rendimento após o cozimento da linguiça foi calculado pela diferença entre o peso da amostra crua e depois do cozimento, de acordo com Berry (11).

$$\% \text{ rendimento} = \frac{\text{Peso da amostra cozida}}{\text{Peso da amostra crua}} \times 100$$

6.4 Determinação do valor energético total

O valor energético total (VET), em kcal g⁻¹, foi calculado de acordo com a Equação 1:

$$\text{VET} = (\text{C} \times 4) + (\text{P} \times 4) + (\text{L} \times 9) \quad (2)$$

Onde, C = carboidratos, P = proteínas, L = lipídios (12).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados nas análises físico-químicas para as duas formulações estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados encontrados em g/100g para a avaliação físico-químicas

	FP	FC
Análises g/100 g		
Umidade	63,06± 0,82	64,43 ± 0,19
Cinzas	6,44 ± 0,28	5,75 ± 0,22
Lipídios	4,61 ± 0,42	3,85 ± 0,20
Proteína	22,15 ± 0,73	22,65 ± 0,19
Carboidratos	3,74 ± 0,13	3,32 ± 0,27
Valor energético kcal/100g	145,05	138,53

Fonte: autora

O teor de umidade (Tabela 2) está conforme a Instrução Normativa N° 4, de 31 de março de 2000 que estabelece um limite máximo de 70% (8). Segundo Roça (13) o sal e sais presentes nas formulações de linguiças frescas ajudam a reter água no produto. Logo, é possível relacionar que os sais utilizados nas formulações, podem ter influenciado na retenção de água.

O teor de cinzas (Tabela 2) não mostrou grandes variações entre as formulações e na legislação para linguiças frescas não define padrão. O teor de cinzas em alimentos refere-se provavelmente à utilização de cloreto de sódio, sais de cura (nitrito), condimentos e especiarias na formulação das linguiças, em acordo com o que afirmaram FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al* (14) e (15), e FISHER *et al* (16).

Os resultados de lipídio (Tabela 2) se mostraram dentro da legislação conforme determina o RTIQ de linguiças frescas (8), já que o limite máximo permitido é 30%. A quantidade de gordura adequada permite dar suculência ao produto, quanto maior sua porcentagem maior será sua suculência, em contrapartida o aspecto visual que ela causa também precisa ser levado em consideração. (17). Em trabalho feito por Selani (18), ao analisar hambúrgueres com carnes de coxas e sobrecoxas de frangos encontrou 3,67% de lipídeos, valor parecido com as formulações deste trabalho.

Os resultados para proteína (Tabela 2) atendem ao padrão de identidade e qualidade de linguiças e estão conforme a Instrução Normativa N° 4, de 31 de março de 2000, que estabelece um mínimo de 12% de proteínas para linguiças frescas (8). Os valores encontrados nesta pesquisa para as formulações FP e FC foram maiores se comparado ao trabalho de Diese (19), que desenvolveu uma linguiça frescal *clean label* substituindo alguns aditivos químicos por vegetais, e o teor de proteína foi de 15,45%. Também foi maior que o encontrado por Sbardelotto (20) que pesquisou alternativas para o desenvolvimento de produtos cárneos e encontrou 16,27%. Esse aumento no teor de proteínas pode ser justificado pelo fato de as linguiças produzidas nesta pesquisa terem mistura de sobrecoxa, coxa e gordura suína.

Os resultados para carboidratos (Tabela 2) foram semelhantes aos encontrados por Enedina, (21) em estudo de desenvolvimento de linguiça frescal. A carne é um alimento que possui um teor insignificativo de carboidrato, visto que parte dele é consumido durante o processo de transformação do músculo em carne (6).

A formulação FP (145,05 Kcal/100 g) apresentou um valor energético maior que a FC (138,53 Kcal/100 g), isto pode ser explicado pelo fato de a FP ter apresentado um maior teor de gordura. Os valores energéticos encontrados nesta pesquisa foram menores que o encontrado por Schmitz (22) que ao analisar formulações de linguiça frescal padrão encontrou valores de 185,6 Kcal/100 g. Além disso, as duas formulações apresentaram valores abaixo considerando a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (23).

A Tabela 3 apresenta os resultados encontradas na análise de cor das formulações

Tabela 3 – Parâmetros de cor.

	FP	FC
Análise de cor		
L*	32,1 ± 1,3	22,9 ± 1,2
a	6,1 ± 0,9	3,1 ± 0,7

b	8,8 ± 1,2	11,0 ± 1,3
---	-----------	------------

Fonte: autora

O valor L* que mede a luminosidade do produto cárneo variou entre as linguiças, com valores de 32,1 para formulação FP e 22,9 na FC, observando que a formulação FP foi a mais clara, enquanto que a formulação FC foi a mais escura, isto pode ser consequência do uso do sal de ervas que apresentou uma cor mais escura devido a adição das ervas desidratadas. Os valores de a* para a FP foi 6,1 e a linguiça na formulação FC foi de 3,1 que mede a coordenada vermelho/verde do alimento, e de b* 8,8 (FP) e 11,0 (FC) que mede o valor da coordenada amarelo/azul, variaram nas formulações das linguiças analisadas.

A cor da carne é uma característica que o consumidor pode apreciar no momento da compra, determinando, indiretamente, a vida de prateleira, constituindo o critério básico para a sua escolha, a não ser que outros fatores, como o odor, sejam marcadamente deficientes (24) e (25). A cor desempenha importante papel na qualidade sensorial da carne e destaca-se como principal fator de apreciação no momento da compra.

Na Tabela 4 podemos observar os resultados das análises de pH, atividade de água e rendimento de produção das formulações.

Tabela 4 – Resultados encontrados para pH, atividade de água e percentual de rendimento

	FP	FC
pH	6,15 ± 0,05	6,09 ± 0,00
Atividade de água	0,96 ± 0,00	0,96 ± 0,00
Percentual de rendimento	81,90 ± 0,4	82,76 ± 0,4

Fonte: autora

O pH exerce influência direta sobre a conservação de carnes e produtos cárneos e está diretamente relacionado a coloração e sabor. Os resultados encontrados (Tabela 4) neste estudo estão de acordo com a pesquisa feita por Francisco *et. al.* (26) que verificaram que o pH deve ser suficientemente ácido para facilitar a produção de óxido de nitrogênio a partir do nitrito que combinado com a mioglobina produzirá a coloração rósea típica da linguiça, resultando em uma coloração mais “rósea”. Segundo Almeida (27), o valor do pH da carne tem grande importância, uma vez que influencia na microbiota do produto, ajudando a classificar seu estado de conservação, além de ser um importante fator para determinação da cor.

Os valores encontrados para atividade de água (Tabela 4) estão semelhantes ao encontrado por Paulino (28), que verificou atividade de água de linguiça frescal em diferentes dias, sendo no primeiro dia de análise média de 0,93. A atividade de água de um alimento é a medida mais acurada para se determinar a possibilidade do crescimento microbiano (29), pois influencia na estabilidade microbiana e, para muitos alimentos este crescimento é prevenido com valor entre 0,6 e 0,7 (30).

Os valores de rendimentos na produção para as formulações FP e FC (Tabela 4) foram bem satisfatórios, visto que apesar das perdas que ocorrem ao longo da linha de

produção, como na moagem e no embutimento, as formulações apresentaram rendimentos superiores a 80%.

CONCLUSÕES

Os resultados dos experimentos demonstraram que as formulações desenvolvidas se enquadraram dentro das normas exigidas pela legislação vigente no Brasil. Além disso, apresentaram um baixo valor energético e alto rendimento quando comparadas com as formulações comerciais. Esses dados evidenciam um produto com boas características, apresentando potencial para produção e possível aceitação por consumidores que apreciam este tipo de embutido.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos vão para a UNIVERSIDADE FEDERAL DO AGRESTE DE PERNAMBUCO (UFAPE) e ao CNPq pelo incentivo, apoio financeiro e pelo espaço cedido para a realização das análises. Agradeço também ao GRUPO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DE CARNES, PESCADOS E DERIVADOS (GPCARNES), pelo apoio nas análises e suporte durante a pesquisa, como também agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Raimundo Bernadino Filho pela orientação necessária ao longo deste projeto.

REFERÊNCIAS

1. JOPPEN, L. **Taking out the chemistry**. Food Engineering & Ingredients, 31(2), 38. 2006.
2. INGREDION. **The clean label guide in Europe**. Retrieved from <http://www.alimentatec.com/wp-content/uploads/2014/10/The-Clean-Label-Guide-ToEurope.pdf>, 2014
3. EDWARDS, A. **Natural & Clean Label Trends** June. Ingredion Incorporated, 2013.
4. **EUROMONITOR INTERNACIONAL**, Acesso em 20 de fevereiro de 2023 2021. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/>.
5. MINTEL. **Tendências em alimentos e bebidas 2017**. Acesso em 20 de fevereiro de 2023. Disponível em: <http://brasil.mintel.com/tendencias-globais-em-alimentos-e-bebidas>.
6. 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.** Vol. 08, n. 06, p.21374-21377, 2018.
7. MILANI, L. I. G.; FRIES, L. L. M.; PAZ, P. B.; BELLÉ, M.; TERRA, N. N. **Bioproteção de linguiça de frango.** Ciência e Tecnologia de Alimentos. v. 23. n. 2. p. 161-166. Campinas/SP, 2003.
 8. BRASIL. **instrução normativa nº 4, de 31 de março de 2000.** Aprova o “Regulamento técnico de identidade e qualidade de linguiça”. Órgão emissor: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO -SECRETARIA DE DEFESA. Acesso em: 15 de agosto de 2023. Disponível em: agais.com.
 9. IAL. Instituto Adolf Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.
 10. BRASIL. Ministério da Agricultura. **Instrução normativa nº 3 62 de 26 de agosto de 2003.** Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 10 de setembro de 2003. Acesso em: 20 de fevereiro de 2023. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sislegis>>.
 11. BERRY, B. W. **Low fat level effects on sensory, shear, cooking and chemical properties of ground beef patties.** Journal of Food Science, Chicago, v.57, n.3, p.537-540, 1997.
 12. 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.
 13. ROÇA, Roberto de Oliveira. **Cura de carnes.** Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial Fazenda Experimental Lageado- UNESP - Campus de Botucatu, 2000
 14. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J; SAYAS-BARBERÁ, E.; NAVARRO, C; SENDRA, E; PÉRES-ALVAREZ, J. A. **Physical, chemical, and sensory properties of bologna sausage made with strich meat.** Journal of Food Science, v.68, n.4, p.1511-1515, 2003.
 15. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J; JIMÉNEZ, S.; SAYAS-BARBERÁ, E.; SENDRA, E; PÉRES-ALVAREZ, J. A. **Quality characteristics of ostrich (Struthio camelus) burgers.** Meat Science, .73, p.295-303,2006.
 16. FISHER, P.; HOFFMAN, L. C.; MELLET, F. D. **Processing and nutritional characteristics of value added ostrich products.** Meat Science, v.55, p.251-254, 2000.

17. PANALIMENTOS. **GUIA PARA GERENCIAMENTO DE RISCO EM LINGÜIÇA FRESCAL**. Mato Grosso do Sul: Panalimentos, 13 set. 2010. Acesso em: 26 ago. 2023. Disponível em: <https://bvs.panalimentos.org/>.
18. SELANI, M. M. **Extrato de bagaço de uva como anti-oxidante natural em carne de frango processada e armazenada sob congelamento**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
19. DIESEL, Gisele. **Desenvolvimento de Lingüiça Frescal Clean Label em Unidade Industrial de Carnes**. 2017. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.
20. SBARDELOTTO, Paula Regina Rabelo. **Associação de fontes naturais de nitritos e antioxidantes: alternativas para o desenvolvimento de produtos cárneos clean label**. 2022. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2022.
21. ENEDINA, M.; SANTOS, D. **Utilização de tilápia do nilo (oreochromis niloticus) no desenvolvimento de lingüiça frescal: agregação de valor e incentivo ao consumo do pescado**. 2019. Universidade Federal da Paraíba- Centro de tecnologia e desenvolvimento regional, departamento de tecnologia de alimentos graduação em tecnologia de alimentos - João Pessoa (PB), 2019
22. SCHMITZ, J. et al. Área: Tecnologia em Alimentos. **Desenvolvimento de lingüiças frescas de carne de frango com queijo e tomate seco**. Acesso em: 26 ago. 2023. Disponível em: https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/simposio-sial-anais/2013/tecnologia/t019.pdf.
23. **TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS / NEPA – UNICAMP**. - 4. ed. rev. e ampl. -- Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p.
24. PINHEIRO, R. S. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; SOUZA, H. B. A. **Qualidade de 2 carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos**. Revista 3 Brasileira de Zootecnia, v.38, n.9, p.1790-1796, 2009.
25. ZEOLA, N.M.B.L. **Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da 24 carne ovina**. Revista Nacional da Carne, v.26, n.304, p.36-56, 2002.
26. FRANCISCO, N. S.; ALTEMIO CAVENACHUI, A. D.; SANTOS, L. N. B. **Características físico-químicas de lingüiça de frango elaborada com fibra de trigo e colágeno bovino**. enciclopédia biosfera, centro científico conhecer - goiânia, v.9, n.17; p. 2013.
27. ALMEIDA, O.C. **Avaliação físico-química e microbiológica de lingüiça toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de**



- estocagem similares às praticadas em supermercados.** 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005.
28. PAULINO, F. de O. **Efeito da redução de gordura e substituição parcial de sal em lingüiça suína tipo toscana.** Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2005.
29. MBUGUA, S. K.; KARURI, E. G. **Preservation of beef using bacteriostatic chemicals and solar drying.** Food and Nutrition Bulletin, v.15, n.3, p.262-268, 1994.

DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE BISCOITO TIPO COOKIES POR MEIO DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE CERVEJARIAS ARTESANAIS DE GARANHUNS E REGIÃO

Flavia Isaura Soares de Lima¹; Willames Fabio de Souza Bezerra Filho²; Thatiane Maria Soares de Sousa³; Iris Barbosa de Souza⁴

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE; flavia.isalima@gmail.com

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE; willamesfabio_2001@outlook.com

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE; thatiane.sousa1@gmail.com

⁴Docente Estruturante do Curso de Engenharia de Alimentos – CEAL – UFAPE

Resumo: No presente trabalho fez-se o estudo do desenvolvimento de formulações de biscoitos cookies contendo farinha do bagaço de malte, no intuito de reaproveitar o resíduo mais gerado no âmbito de produção do ramo cervejeiro. Foram desenvolvidas a farinha do bagaço do malte, denominada FB, e quatro formulações para cookies, sendo estas a controle, denominada C0, e outras três contendo substituição parcial da farinha de aveia integral por farinha do bagaço de malte em percentuais de 50%, 60% e 70%, denominadas C1, C2 e C3, respectivamente. A farinha produzida foi analisada quanto aos parâmetros físico-químicos de atividade de água, pH, acidez, umidade e cinzas. Já os biscoitos, provenientes das formulações desenvolvidas, foram analisados fisicoquimicamente pelos parâmetros de atividade de água, pH e acidez e por análises físicas dos fatores de cocção e expansão, volume aparente, rendimento e avaliação de cor. Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente por meio da ANOVA, teste de Tukey, e demonstram que tanto a farinha como os cookies produzidos apresentaram estabilidade e composição intrínseca efetiva, além de aceitável rendimento e gradual aumento na intensidade da coloração e no índice de cocção dos biscoitos. Do ponto de vista da qualidade do alimento, as formulações C1 (50%) e C2 (60%) destacaram-se das demais, apresentando melhores resultados e viabilidade de produção.

Palavras-chave: análises físico-químicas; bagaço de malte; cookies; farinha; reaproveitamento

INTRODUÇÃO

Considerando o aumento da procura por alimentos saudáveis e de alto valor nutritivo é possível a partir do bagaço de malte fazer novas formulações com foco em determinados nichos, como por exemplo intolerantes, alérgicos, indivíduos com devidas condições gastrointestinais e diabéticos. Com isso, a tecnologia de alimentos tem como objetivo atuar atendendo as exigências do consumidores por meio de estratégias de modificação implementadas nos alimentos, como por exemplo a incorporação de componentes na qualidade nutricional, modificações na características organolépticas e elaboração de novos produtos, principalmente voltada a reutilização de resíduos gerados durante os

processamentos industriais (1).

O bagaço de malte é um tipo de resíduo agroindustrial que na cadeia de produção da cerveja é gerado em grandes quantidades e na maioria dos casos tem a finalidade de descarte ou destina-se para geração de ração animal. Sua caracterização depende dos fatores de obtenção do bagaço de malte, podendo citar-se o tipo de processo tecnológico que está sendo empregado na produção da cerveja, variedade e tempo de colheita da cevada, bem como características dos demais componentes da maltagem, como milho, arroz e trigo (2).

Essa matéria-prima é de baixo custo e fácil obtenção, sem mencionar no seu alto teor de proteínas e fibras, que são componentes enriquecedores e importantes auxiliares em funções biológicas (3;4;5). Sendo assim, ainda há possibilidade de fazer seu reaproveitamento incorporando-a na dieta humana com um ingrediente adicional, por meio da sua forma in natura, farelo ou farinha em produtos alimentícios, principalmente da área de panificação, a fim de trazer maior valor nutricional e funcional (6). De preferência, a utilidade do bagaço de malte na forma de farinha se torna mais vantajoso, por tratar-se de um insumo equilibrado que dará maior estabilidade ao alimento que se deseja produzir.

A ANVISA, em sua Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 711 de 2022 define biscoitos como sendo “produto obtido pela mistura de farinhas, amidos ou féculas com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não, podendo apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos” (7). Do ponto de vista econômico, torna-se viável a utilização desse resíduo em biscoitos no intuito de agregar valor a um resíduo oriundo do setor de produção de bebidas. Pois são produtos de alta comercialização onde grande parte dos indivíduos, principalmente o público infantojuvenil, os consomem. Além disso são produtos alimentícios versáteis, produzidos tanto de forma industrial como artesanal, apresentando uma vasta gama de combinações com a utilização de ingredientes adicionais à sua formulação (5).

Este trabalho teve como objetivo desenvolver formulações de biscoitos cookies capazes de reaproveitar o bagaço de malte na forma de farinha, como substituta parcial nas formulações, onde também se fez necessário realizar a avaliação das características físico-químicas da farinha do bagaço obtida e das características físicas e físico-químicas dos cookies elaborados.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da farinha do bagaço de malte - FB

O bagaço de malte, utilizado para fabricação da farinha, foi cedido pelas cervejarias artesanais pernambucanas Gerlada e Bruguer Beer, oriundas das cidades de Garanhuns e Pesqueira, e também pelo curso prático de produção de cerveja artesanal, realizado na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE). Após a coleta, a matéria-prima seguiu para acondicionamento em freezer (-18°C) e processamento no Laboratório de Cereais e Panificação situado no LACTAL/UFAPE.

Os resíduos cervejeiros foram submetidos a secagem (72°C/4h45min), em estufa de circulação de ar forçado, sendo fracionado (600g) em bandejas de aço inoxidável (42,5 x 30 x 4 cm). Logo após, foi triturado em porções de 40 gramas por 30 segundos, em moedor elétrico portátil, e a granulometria de cada farinha obtida, foi homogeneizada por meio de peneira de 32 mesh (equivalente a 500 µm). Por fim, fez-se uma mistura homogênea de todas

as farinhas obtidas após peneiramento, dando origem assim à farinha do bagaço de malte utilizada para produção dos cookies, denominada FB.

Elaboração dos cookies

De acordo com a American Associations of Cereal Chemists - AACC, os ingredientes necessários para fabricação de biscoitos tipo cookies são: farinha de trigo, açúcar refinado, gordura vegetal hidrogenada, sal, bicarbonato de sódio e água (4). Em consideração a isso, para o desenvolvimento da formulação produzida neste trabalho fez-se as alterações necessárias, acrescentando-se ovos, cacau 100% em pó, gotas de chocolate e essência de baunilha. Além disso, houve a substituição do açúcar refinado pelo açúcar cristal e da farinha de trigo pela farinha de aveia integral, pois a farinha de aveia integral possui alto teor proteico e de fibras, e seu consumo é bastante recomendado, visto que trata-se de um cereal rico em propriedades funcionais (8).

A Tabela 1 apresenta a lista de ingredientes utilizados e seus respectivos percentuais para compor as formulações desenvolvidas.

Ingredientes (%)	C0 (0%)	C1 (50%)	C2 (60%)	C3 (70%)
Açúcar cristal	27,99	27,99	27,99	27,99
Cacau em pó 100%	1,49	1,49	1,49	1,49
Essência de baunilha	0,93	0,93	0,93	0,93
Farinha do bagaço de malte (FB)	-	19,59	23,51	27,43
Farinha de aveia integral	39,18	19,59	15,67	11,75
Fermento químico em pó	0,93	0,93	0,93	0,93
Gotas de chocolate	7,46	7,46	7,46	7,46
Margarina com sal	1,87	1,87	1,87	1,87
Ovos	20,15	20,15	20,15	20,15
Total	100	100	100	100

Tabela 1 - Ingredientes utilizados para as formulações desenvolvidas.

A Figura 1 apresenta o fluxograma de produção seguido para os cookies elaborados, onde a massa passou pelo processo de modelagem, tomando como base 15 gramas para cada biscoito para fins de padronização. Neste meio tempo, o forno foi pré-aquecido a 200 °C, as formas utilizadas foram previamente forradas com papel manteiga identificado (com o código de cada amostra), e os biscoitos nelas distribuídos foram achatados. O tempo de forneamento foi de 20 minutos, sendo posteriormente submetidos a resfriamento natural à temperatura ambiente e por fim armazenados sob congelamento, até o momento das análises, em sacos de fecho hermético de polietileno (zip lock).



Figura 1 - Fluxograma de produção dos cookies elaborados.

Análises físico-químicas realizadas

A farinha FB foi caracterizada quanto aos parâmetros físico-químicos de atividade de água, pH, acidez, umidade e cinzas, e os biscoitos pelos parâmetros físico-químicos de atividade de água, pH e acidez. As análises foram realizadas no Laboratório de Cereais e Panificação e no Laboratório de Análise de Alimentos, ambos situados no LACTAL/UFPE.

Para a aferição direta da atividade de água utilizou-se o higrômetro AquaLab, a $25,80\text{ °C} \pm 0,10$. O pH foi determinado realizando leitura estabilizada em pHmetro, a $25,83\text{ °C} \pm 0,15$, sendo utilizado aproximadamente 5 gramas de cada amostra diluída em 50 mL de água destilada. Já para acidez total, misturou-se aproximadamente 5 gramas de amostra previamente diluída e filtrada em 50 mL de água destilada e titulou-se com NaOH 0,1 M e indicador fenolftaleína até ponto de viragem. A umidade foi determinada por meio da diferença de peso antes e após a amostra, contendo aproximadamente 2 gramas cada, ser submetida à estufa de secagem pré-aquecida a 105 °C até resultado de peso constante. O teor de cinzas foi determinado por meio da diferença de peso antes e após a amostra, contendo aproximadamente 2 gramas cada, ser submetida à incineração em mufla pré-aquecida a 550 °C , até que o resíduo apresentasse coloração cinza claro (9).

Análises físicas realizadas

As fornadas produzidas de cookies, foram submetidas às análises físicas dos fatores de cocção, expansão, volume aparente, rendimento e cor, realizadas no Laboratório de Carnes e Derivados e no Laboratório de Cereais e Panificação, ambos situados no LACTAL/UFPE.

Todos os biscoitos foram submetidos às análises realizadas, exceto para análise de cor, onde apenas 1 biscoito foi selecionado aleatoriamente e feita leitura em triplicata dos parâmetros.

As pesagens dos biscoitos tanto antes, AC, como após, PC, o forneamento foram realizadas em balança analítica e o índice de cocção foi determinado pela razão entre PC e AC. Para a determinação do diâmetro e altura utilizou-se paquímetro universal.

O fator expansão foi determinado, como apresentado por Wust (10), pela equação 1:

$$FE = \frac{d}{h} \quad (1)$$

Onde:

d é a média do diâmetro dos biscoitos

h é a média da altura dos biscoitos.

Na determinação do volume aparente, dado em cm^3 , foi realizada a partir da equação 2, como apresentado por Nizer *et al.* (11):

$$V_{\text{ap}} = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2 * h \quad (2)$$

Onde:

π é igual a 3,1416.

d é a média do diâmetro dos biscoitos.

h é a média da altura dos biscoitos.

Para análise de cor, por meio do sistema de cores CIELAB, utilizou-se um colorímetro, já previamente calibrado, e anotados os valores encontrados para os parâmetros L de luminosidade e a^* (variação de verde a vermelho) e b^* (variação de azul a amarelo), referentes a cromaticidade. Essa análise foi realizada contando com o posicionamento do cookie abaixo do equipamento, em regiões distintas para prosseguir com as leituras. Com isso, tomou-se a média das leituras dos valores de cada parâmetro encontrado para realização do cálculo final de evolução da cor (ΔE) dos cookies contendo a farinha do bagaço de malte FB, que é encontrado pela seguinte equação 3:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (3)$$

Onde:

ΔL é a diferença entre a média encontrada para o parâmetro L na amostra observada e o valor de referência L_0 .

Δa é a diferença entre a média encontrada para o parâmetro a na amostra observada e o valor de referência a_0 .

Δb é a diferença entre a média encontrada para o parâmetro b na amostra observada e o valor de referência b_0 .

Para o cálculo de ΔE , os valores de referência dos parâmetros foram os correspondentes à média obtida para as leituras dos parâmetros da formulação padrão, C0.

Análise estatística

Os resultados obtidos para as análises físicas e físico-químicas realizadas nos cookies foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparação das médias dos valores por meio do teste de Tukey, a nível de significância de 5%, para identificação de diferença estatística entre as amostras por meio do software Sisvar, versão 5.6 (12).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Farinha do bagaço de malte - FB

Os resultados encontrados para a caracterização físico-química da farinha FB estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da caracterização físico-química da farinha FB.

Parâmetros	FB
Aw	0,47 ± 0,01
pH	5,22 ± 0,05
Acidez (%)	1,44 ± 0,09
Umidade (%)	6,87 ± 0,14

Cinzas (%)	2,52 ± 0,13
------------	-------------

O valor de atividade de água (A_w) encontrado foi 0,47 e este valor de atividade de água é considerado seguro do ponto de vista microbiológico, pois pela presença da baixa quantidade de água livre ($A_w < 0,60$) resultará em um empecilho para o desenvolvimento microbiológico, contribuindo para um armazenamento prolongado que apenas será afetado por reações químicas e enzimáticas, como por exemplo a oxidação lipídica (1).

A farinha, FB, apresentou um teor de acidez de 1,44% e pH em torno de 5,22. Glüger e Gurak (13) encontram teor de 2,18% de acidez e 4,64 para o pH em sua farinha de bagaço do malte desenvolvida e afirmam que as condições de tempo e temperatura utilizadas para secagem do bagaço de malte podem influenciar na quantidade de ácidos presentes, justificando a variação dos teores de acidez em comparação. Além disso, as condições do bagaço obtido é um influenciador do teor de acidez presente na farinha. Rech e Zorzan (14), que em estudo desenvolveram cupcakes com resíduos cervejeiro, encontrou para a farinha de bagaço de malte valores de aproximadamente 3,0% e 6,30 para acidez e pH, respectivamente.

A legislação imposta para farinhas, RDC nº 711/2022, comenta que o teor de umidade presente deve ser de no máximo 15% (7). Altos teores de umidade implicará na possível formação de grumos e má qualidade da farinha, reduzindo assim sua vida útil. A farinha FB obtida apresentou o valor de 6,87%, estando de acordo com o limite estipulado. E esse valor é menor quando comparado em relação ao teor de umidade encontrado por Wust (10), que em seu estudo de elaboração de cookies também fez a caracterização da farinha de bagaço de malte utilizada, que apresentou um teor de 7,11%. Já Rigo *et al.* (15) conseguiram encontrar o valor de 5,2% de umidade presente na farinha produzida.

Silva e Almeida (16), encontraram valores, respectivamente, de 6,08 e 2,57% para pH e cinzas da farinha do bagaço de malte, valor semelhante ao teor de cinzas de FB que foi de 2,52%. Casella *et al.* (2) e Ferreira *et al.* (17) encontraram os valores de 2,08% e 3,17%, respectivamente, em seus estudos de caracterização de farinha do bagaço de malte. O teor de cinzas da farinha do bagaço de malte pode variar por causa de diversos fatores, alguns deles são as variáveis relacionadas a sua obtenção e características da maltagem - como já comentado anteriormente - e o fato de que alguns minerais podem ser volatilizados durante seu contato com o calor (18). Quando comparada a farinha FB com a farinha de trigo, seu teor de cinzas encontrado é três vezes maior que o valor definido, de 0,8%, encontrado na Tabela de Composição de Alimentos - TACO (19).

Cookies elaborados

Uma vez desenvolvidos os biscoitos, e realizadas as análises tecnológicas, os cookies foram armazenados, embalados e devidamente identificados, até realização das análises, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2 - Cookies embalados e identificados para armazenamento.

Os resultados encontrados para acidez, pH e atividade de água dos cookies estão apresentados na Tabela 3. Estes parâmetros são de extrema importância para a conservação de alimentos, pois trazem informações sobre sua composição intrínseca e influenciam diretamente sobre as características sensoriais (15).

Tabela 3 - Resultados da caracterização físico-química dos biscoitos tipo cookie formulados.

Parâmetros	C0 (0%)	C1 (50%)	C2 (60%)	C3 (70%)
Aw	0,52 ± 0,00 ^a	0,52 ± 0,00 ^a	0,59 ± 0,00 ^b	0,59 ± 0,00 ^c
pH	6,49 ± 0,01 ^a	5,97 ± 0,01 ^b	6,03 ± 0,02 ^{bc}	6,07 ± 0,03 ^c
Acidez	0,32 ± 0,06 ^a	0,60 ± 0,11 ^b	0,23 ± 0,06 ^b	0,25 ± 0,06 ^b

Letras iguais, na mesma linha, representam que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey (ANOVA).

Assim como para a farinha do bagaço de malte produzida, FB, os cookies apresentaram um valor para a atividade de água que confere-lhes estabilidade para seu armazenamento ($A_w < 0,6$), logo nota-se uma seguridade microbiológica positiva, na faixa de 0,52 a 0,59. Além disso, este parâmetro exerce grande influência sobre a característica de textura em alimentos, ainda mais quando observado também o teor de umidade do alimento, já que altos teores de umidade resultam em produtos mais úmidos e com diferentes características organolépticas. Wust (10) encontrou os valores de 0,45 e 0,53 de atividade de água suas formulações controle e com 50% de farinha do bagaço de malte tipo APA. A análise estatística foi aplicada considerando três casas decimais para melhor comparação entre as médias obtidas, com isso observou-se que C0 e C1 não diferem entre si e que as mesmas obtiveram melhores resultados para esta análise.

Para os cookies, C2 não difere estatisticamente de C1 e C3, a faixa de pH encontrada variou de 5,97 até 6,49. Ainda refletindo sobre o ponto de vista microbiológico, o pH é um parâmetro muito importante a ser observado, pois uma vez confirmada a contaminação da farinha por microrganismos, a mesma apresentará uma diminuição no valor de pH por causa de sua presença. Essa afirmativa feita por Costa *et al.* (20) é confirmada ao se observar que, realmente C1, C2 e C3 apresentam menor pH em relação a C0. Ferreira (4) afirma que a faixa comum para pH de biscoitos está entre 6,5 e 8,0. Porém, essa faixa muda de acordo com a classificação imposta por Fellows (21), onde os produtos que são submetidos a forneamento para sua produção são considerados, em suma maioria, alimentos pouco ácidos, pois sua faixa de pH está entre 4,6 e 7.

O teor de acidez apresentou faixa percentual de 0,23 a 0,60, onde o maior valor encontrado foi referente a C1, mas quando comparada com C2 e C3 não observa-se diferença estatística. Feitosa *et al.* (22) ainda menciona que alguns microrganismos e ácidos orgânicos presentes nos ingredientes utilizados para a fabricação de alimentos podem interferir nos valores que são encontrados para pH e acidez. Mais uma vez ressalta-se que as características específicas do bagaço de malte utilizado nas formulações apresentam a capacidade de influenciar nos resultados.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados das análises físicas realizadas nos cookies elaborados. Os biscoitos formulados apresentaram peso inicial variando de 15,27 a 15,06 gramas, mantendo-se dentro do padrão pré-estabelecido (descrito na metodologia) para a produção dos cookies. Estatisticamente, houve diferença entre as formulações C0, C1 e C3, porém C2 não diferenciou das amostras C0 e C1.

Tabela 4 - Resultados das análises físicas realizadas nos cookies elaborados.

Parâmetros	C0 (0%)	C1 (50%)	C2 (60%)	C3 (70%)
Peso AC (g)	15,27 ± 0,08 ^a	15,19 ± 0,08 ^b	15,20 ± 0,07 ^{ab}	15,06 ± 0,03 ^c
Peso PC (g)	12,41 ± 0,23 ^a	12,71 ± 0,15 ^b	13,44 ± 0,21 ^c	13,22 ± 0,38 ^c
Índice de cocção	0,81 ^a	0,84 ^b	0,88 ^c	0,88 ^c
Perda de massa (g)	2,87 ± 0,24 ^a	2,48 ± 0,14 ^b	1,76 ± 0,24 ^c	1,83 ± 0,37 ^c
Diâmetro (cm)	5,89 ± 0,22 ^a	5,35 ± 0,13 ^b	4,74 ± 0,18 ^c	5,27 ± 0,28 ^b
Altura (cm)	1,40 ± 0,09 ^a	1,14 ± 0,10 ^b	1,52 ± 0,10 ^a	1,20 ± 0,10 ^b
Fator de expansão	4,23 ± 0,30 ^a	4,71 ± 0,46 ^a	3,12 ± 0,23 ^b	4,43 ± 0,54 ^a
Volume aparente (cm ³)	38,08 ± 4,06 ^a	25,67 ± 2,38 ^b	26,91 ± 2,62 ^b	26,08 ± 1,97 ^b
Rendimento (un.)	17	17	17	17

Letras iguais, na mesma linha, representam que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey (ANOVA).

Comparando os resultados obtidos com as formulações de Wust (10), que a perda de massa observada dos cookies foi de em média 3 gramas e apresentou diferentes rendimentos para cada formulação elaborada, os cookies produzidos neste estudo, apresentam perda de massa na faixa entre 1,76 e 2,87 gramas. Onde C2 e C3, mais uma vez, não diferem entre si e C0 e C1 sim. Em contrapartida, o rendimento não foi afetado, rendendo 17 unidades para cada formulação produzida.

O diâmetro dos cookies de C1 e C3 não diferem entre si, mas C0 e C2 sim, sendo C0 a formulação que apresentou maior diâmetro entre as demais. Agora, observando-se a altura, não diferiram estatisticamente os resultados entre C0 e C2 e entre C1 e C3. Diante do observado, os cookies C2 produzidos apresentaram um padrão de diâmetro e altura diferente dos demais, onde esta característica pode ser resultante da etapa de achatamento da produção.

Por mais que o fator de expansão de C1 encontre-se maior, ele apenas difere estatisticamente de C2. De acordo com Gutkoski *et al.* (8), a aveia tem capacidade de influenciar na expansão de produtos à base de farináceos e isso é observado no volume aparente obtido para os resultados, onde C0 apresentou valor maior e diferença estatística que as demais formulações.

A Tabela 5 apresenta os resultados da análise dos parâmetros de cor dos cookies elaborados.

Tabela 5 - Resultados da análise de cor realizada nos cookies elaborados.

Parâmetros	C0 (0%)	C1 (50%)	C2 (60%)	C3 (70%)
L*	36,53 ± 1,25 ^a	32,60 ± 0,36 ^b	22,67 ± 0,32 ^c	20,70 ± 0,87 ^c
a*	8,43 ± 1,16 ^a	7,67 ± 1,25 ^a	5,27 ± 0,38 ^a	7,80 ± 0,70 ^b
b*	4,33 ± 2,71 ^a	6,73 ± 2,49 ^a	2,93 ± 0,55 ^a	2,40 ± 0,53 ^a
ΔE	-	4,67	14,29	15,96

Letras iguais, na mesma linha, representam que não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey (ANOVA).

Analisando a cor, a luminosidade (L*) de C2 e C3 não diferenciam-se significativamente, mas C0 e C1 diferenciam-se, sendo mais intensa para C0, indicando que trata-se de um cookie mais claro. Nota-se também uma relação inversamente proporcional em que, à medida que aumentava-se o percentual da farinha FB na formulação, a luminosidade decaía. A coloração marrom é característica de produtos que possuem em sua composição cacau, algo afirmativo uma vez que os cookies formulados possuíam tal ingrediente em sua composição e visto que os parâmetro de cromaticidade (+a* vermelho e +b amarelo*) apresentaram valores positivos tendendo a colorações amarronzadas (23).

Obteve-se diferença significativa do resultado obtido para o parâmetro a* de C3 (maior valor obtido) em comparação com as demais, por outro lado os resultados do parâmetro b* não demonstram diferença entre as amostras, mas C1 apresentou destaque. Amador e Nascimento (24) em sua elaboração de cookies utilizando farinha de trigo e farinha do bagaço de malte em diferentes percentuais, encontraram em sua formulação de 40%, para L*, a* e b*, os valores de 44,36, 9,96 e 25,34, respectivamente, ou seja um cookie apresentando tom mais escuro que o produzido no presente estudo. Wust (10) afirma que tal característica é notável em produtos com alto teor proteico.

A Figura 3 foi gerada, por meio de conversor *on-line* de sistemas de cores, aproximada e com base nas leituras dos parâmetros L*, a* e b* de cada formulação produzida, visando uma melhor compreensão dos resultados obtidos na análise de cor (25). Pela comparação é possível notar que os tons gerados por meio do conversor se assemelham à realidade, demonstrando que houve aumento da intensidade da coloração marrom ao decorrer da incrementação da farinha do bagaço de malte nos cookies.



Figura 3 - Correspondências visuais obtidas por meio dos parâmetros do sistema CIELAB analisados, representando os cookies das formulações C0, C1, C2 e C3, respectivamente em ordem.

Fonte: Geradas por meio do software *on-line* Nix Color Sensor Ltd., 2023.

A evolução de cor, ΔE, diz respeito à diferença de cor entre as amostras e Wust (10) comenta que resultados para o parâmetro ΔE maiores que 3 são capazes de afirmar o discernimento das amostra. Como dito anteriormente realizou-se o cálculo da evolução da

cor, ΔE , apenas das formulações que possuíam a farinha FB, C1, C2 e C3 em comparação a C0, pois o objetivo era tomar como padrão a formulação sem adição da farinha FB e então observar o comportamento das demais que a apresentava.

Visualmente é possível notar que os biscoitos formulados com a farinha de bagaço do malte C1, C2 e C3 vão gradualmente escurecendo, à medida que o teor de substituição aumenta, em relação a C0, e ressalta-se que através da análise de evolução da cor e correspondência proximal visual, dos parâmetros analisados, foi possível confirmar as circunstâncias.

CONCLUSÕES

Elaborar subprodutos a partir de um resíduo de rica composição nutricional e gerado comumente em grandes quantidades se torna uma possibilidade sustentável, pois a farinha do bagaço de malte produzida, FB, apresentou-se estável físico-quimicamente e de acordo com resultados já encontrados em literatura, seu valor nutricional é o motivo principal para realizar-se a incorporação deste resíduo agroindustrial na dieta humana.

As formulações desenvolvidas demonstraram bons resultados e até o momento, graças à sua caracterização físico-química, pode-se afirmar que são produtos seguros e que possuem determinada estabilidade, dando destaque para as formulações C1 (50%) e C2 (60%). Pois ambas vêm apresentando caráter promissor, maior viabilidade de produção e bom rendimento. No mais, em geral, o desenvolvimento de formulações envolvendo o bagaço de malte se apresentam inovadoras e singulares. Visto que seus parâmetros físico-químicos poderão apresentar diferentes aspectos e resultados por dependerem das características do bagaço de malte que está sendo utilizado para produção.

Como sugestão para continuidade do estudo, realizar análises voltadas à composição centesimal auxiliará a complementar o estudo químico e nutricional, que poderá vir a comprovar que os cookies desenvolvidos venham a ser ricos em fibras e proteínas graças à adição da farinha do bagaço de malte. Além disso, uma averiguação microbiológica, de acordo com a legislação brasileira vigente, é necessária para obter informações acerca das condições higiênico-sanitárias, qualidade e garantia da segurança do produto à saúde do consumidor.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho contou com apoio financeiro da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC, e de infraestrutura e instalações do Laboratório Multiusuários de Ciência e Tecnologia de Alimentos - LACTAL/UFAPE.

REFERÊNCIAS

1. Ordóñez, JA. Tecnologia de alimentos e processos (Vol. 1). Porto Alegre: Artmed; 2005.
2. Casella GS, Vilela TSL, Santos MDM, Souza EE, Medeiros IM, Tarabal PR *et al.* Reaproveitamento do bagaço de malte na indústria alimentícia [S.l.: s.n.]. 2018; 20 p.

3. Antunes VC, Ramos GDM, Maia MNS. Vantagens nutricionais da utilização de coprodutos agroindustriais na fabricação de biscoitos. *Braz. J. of Develop.* 2022; v. 8, n. 1, p. 7118-7127.
4. Ferreira, MSB. *Elaboração de biscoito integral empregando resíduo da indústria cervejeira na formulação [monografia]*. Florianópolis: Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos da UFSC; 2017.
5. Lemos LCS, Cavalcante ACFPS, Cândido CJ, Guimarães RCA, Siroma PAH. Avaliação sensorial, microbiológica e dos compostos bioativos de biscoito tipo cookie desenvolvido com bagaço de cerveja e castanha de baru. *Braz. J. of Develop.* 2019; v. 5, n. 12, p. 31030-31041.
6. Domingues IC, Kameyama O. Viabilidade tecnológica, nutricional e sensorial do aproveitamento do bagaço de malte na panificação: Uma revisão. 14º Jorn. Cient. e Tec. e 11º Simp. Pós-Grad [Internet]. 2022; v. 14, n. 1.
7. Ministério da Saúde (BR). Resolução de Diretoria Colegiada Nº 711, de 1 de julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. *Diário Oficial da União*. 01 jul. 2022.
8. Gutkoski LC, Teixeira DMF, Durigon A, Ganzer AG, Bertolin TE, Colla LM. Influência dos teores de aveia e de gordura nas características tecnológicas e funcionais de bolos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2009; v. 29, p. 254-261.
9. Lutz IA. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Vol. 1: Métodos físico-químicos para análise de alimentos*, 4. ed. São Paulo: Edição digital; 2008.
10. Wust DM. *Elaboração e caracterização de biscoito tipo cookie com bagaço de malte proveniente da produção de cerveja artesanal [dissertação]*. Dourados: Faculdade de Engenharia da UFGD; 2018.
11. Nizer JVT, Munhoz MD, Pereira AI, Borowski JM, Macagnan FT. Utilização de subprodutos da agroindústria cervejeira e vinícola como fonte de compostos bioativos e fibra alimentar no desenvolvimento de cookies. *Rev. Bras. de Agrotec.* 2021; v. 11, n. 2, p. 821-833.
12. Ferreira DF. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. *Rev. Cient. Symposium.* 2008; v. 6, p. 36-41.
13. Gurak PD, Glüger HD. Desenvolvimento de biscoitos salgados com o uso de subprodutos da indústria de cerveja. *Segur. Aliment. Nutr.* [Internet]. 2020; v. 27: 1-12.
14. Rech KPM, Zorza V. *Aproveitamento de resíduos da indústria cervejeira na elaboração de cupcake [monografia]*. Francisco Beltrão: Curso Superior de Tecnologia em Alimentos da UTFPR; 2017.
15. Rigo M, Bezerra JRMV, Rodrigues DD, Teixeira AM. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra. *Ambiência. Guarapuava (PR)*. 2017; v. 13, p. 47-57.
16. Silva LC, Silva MO, Almeida FLC, Paixão RN, Freire KRL, Dantas CO. *Elaboração e caracterização da farinha do bagaço de malte*. V Enc. Nac. da Agroind. Campinas: Galoá. 2019.
17. Ferreira PS, Mattos EJB, Almerindo GI, Alves FG. Obtenção e caracterização da farinha de bagaço de malte. *Cong. Bras. de Cer. e Panif.* [Internet]. 2020.
18. Cecchi HM. *Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos*. 2 ed. rev.



- Campinas: Editora da UNICAMP; 2003.
19. Tabela de Composição de Alimentos - 4. ed. rev. e ampl.. Campinas: NEPA - UNICAMP; 2011.
 20. Costa GM, Silva VRO, Louzada MH, Queiroz IC. Elaboração e caracterização físico-química de farinha de bagaço de malte. Alimentos: Ciên. Tec. e Meio Amb. [Internet]. 2020; v. 1, n. 2, p. 11-25.
 21. Fellows PJ. Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática, 4. ed. Porto Alegre: Artmed; 2019.
 22. Feitosa LRG, Maciel JF, Barreto TA, Moreira RT. Avaliação de qualidade do pão tipo francês por métodos instrumentais e sensoriais. Semina: Ciên. Agra., Londrina. 2013; v. 34, n. 2, p. 693-704.
 23. Daniel AP, Alves AF, Giuliani CS, Cirolini A. Biscoitos tipo cookies elaborados com subprodutos de cerveja artesanal. Ciên. e Tecnol. dos Aliment. 2018; v. 3, p. 25.
 24. Amador AAP, Nascimento PL. Elaboração e Caracterização de Biscoitos tipo cookie com adição de farinha de resíduo de malte da produção de cerveja [monografia]. Macapá: Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do IFAP; 2022.
 25. Nix Color Sensor Ltd.: Free Color Converter - RGB, CMYK, LAB, XYZ, HEZ and more [Internet]. 2023 [28 ago. 2023]. Disponível em: <<https://www.nixsensor.com/free-color-converter/>>.

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE BISCOITO INTEGRAL ADICIONADO DE FARINHA DE LARVA DE TENÉBRIO GIGANTE (*Zophobas morio*)

Danilo Salustiano dos Santos¹; Daiane Medeiros Pereira¹; Geiza Michele Angelo Pacheco¹; Anderson Ferreira Vilela²; Arianne Dantas Viana²

¹Estudante do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande – FURG; E-mail: nilodansantos7@gmail.com

²Docente do Depto de Gestão e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Federal da Paraíba – DGTA – UFPB.

Resumo: Com a estimativa do aumento populacional e a procura por novas fontes de proteínas com alto valor nutricional, estudos demonstram que a inserção dos insetos na dieta humana além de ser uma realidade vem se tornando uma alternativa para agregação de valor aos produtos, especificamente os panificados. Com isso, objetivou-se nesse trabalho avaliar o impacto da adição da farinha de larva de tenébrio gigante (*Zophobas morio*) nas propriedades físico-química de biscoito integral, como forma de obtenção de um produto com a alegação de “fonte de proteína”. Biscoitos salgados foram formulados substituindo diferentes valores de farinha de trigo integral por farinha de larva de tenébrio (0%, 5%, 10% e 15% p/p), esses foram elaborados e submetidos a análises de composição proximal nos laboratórios situados no Campus III da Universidade Federal da Paraíba. Como principais resultados, vale destacar o aumento dos percentuais de proteínas e lipídeos que variaram de 11,48 a 16,16% e de 10,02 a 14,45% respectivamente, da primeira formulação para a última. Portanto pode-se concluir que a farinha da larva do tenébrio tem um impacto significativo nos teores proteicos e lipídicos do produto, sendo assim, o biscoito integral elaborado se faz como opção de alimento para o futuro.

Palavras-chave: entomofagia; fonte proteica; inseto comestível;

INTRODUÇÃO

A entomofagia é a prática de consumo de insetos como alimento, onde essa vem gerando interesse em diversos países desenvolvidos e subdesenvolvidos. A entomofagia não é um hábito novo, pois culturalmente muitos povos por diversos anos buscaram nessa prática uma maneira de fornecer alimentos únicos, nutritivos e deliciosos para os seus consumidores (1). Esse uso é intensificamente difundido em países em desenvolvimento dos continentes africanos e asiáticos, justamente pelo fato do clima favorecer a criação e maior produtividade dos insetos (2). Estimasse que cerca de mais de 2 bilhões de pessoas utilizam dessa prática ao redor do mundo e em regiões onde ainda há uma certa barreira denominada neofobia alimentar, vem-se trabalhando a inserção de insetos como fonte de proteína alternativa (3,4)

Essa preocupação se dá pelo fato de que segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) para a Agricultura e Alimentação (FAO) até 2050 o mundo abrigará mais de 9 bilhões de pessoas (5). Considerando esse cenário, levanta-se questões importantes e que merecem

relevância sobre os recursos finitos da terra, que já são desde já discutidos e buscado meios para solucioná-los (6). Com esse aumento populacional e a crescente procura por proteína alimentar para futuramente alimentar todas essas pessoas, cresce a procura de alternativas alimentares mais sustentáveis que correspondam a um impacto ambiental e econômico mais reduzido, dentre elas e está o uso de microalgas (7), “carne” produzida em laboratório (8) e o uso de insetos edíveis e ingredientes alimentares deles derivados (9).

Os insetos comestíveis podem servir de fontes alternativas de proteínas e melhorando assim a nutrição humana (10). Isso se dá pelo fato da valorização do seu valor nutricional como fonte de proteínas variando de 38 – 70%, fonte de lipídeos como os ácidos graxos insaturados e certas vitaminas e minerais se destacando o cálcio, ferro e zinco além dos aminoácidos essenciais (11). Paralelo as vantagens nutricionais, também pode-se falar que a criação de insetos possui uma baixa emissão de gases do efeito estufa quando comparados a animais de grande porte como bovinos e suínos, eles necessitam de uma menor quantidade de água e espaço durante o manejo, possuem uma alta conversão alimentar e o preço é relativamente baixo quando se compara a carne muscular (12, 13, 14).

Com todas essas vantagens, ainda existe um certo tipo de aversão pelos consumidores no uso de inseto consumido *in natura*, ou seja, inteiro, sendo esses transformados em farinha para aplicação principalmente em produtos panificados, onde os biscoitos se destacam por facilitar a incorporação de ingredientes alternativos na massa para melhoria nutricional e não necessariamente afetando as características tecnológicas do produto. (15, 16, 17, 18, 19, 20).

O tenébrio é um besouro conhecido popularmente como bicho da farinha, tenébrio gigante ou larva de besouro, da ordem Coleoptera e família Tenebrionidae, possuindo metamorfose completa e ciclo de vida passando por quatro fases: ovo, larva, pupa e inseto adulto, sendo que sua fase larval conhecida por conter uma maior fonte quantitativa de proteínas (21, 22).

As vantagens advindas do processamento da larva de tenébrio gigante, está diretamente ligada aos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU, principalmente no que se diz respeito a eliminação da fome, saúde e bem-estar e fome zero (1). Por suas características nutricionais, a farinha de tenébrio gigante desponta como um ingrediente alimentar alternativo para ser inserido nos produtos panificados, devido a isso se propôs nesse trabalho a inovação no desenvolvimento de biscoito com adição de farinha de larva de tenébrio gigante para obtenção de um produto com elevado valor nutricional.

MATERIAL E MÉTODOS

- **Aquisição dos insetos e materiais para o biscoito**

A larva do inseto foi adquirida totalmente desidratada de um fornecedor comercial de insetos comestíveis da cidade de Recife – PE. O produtor tem sua produção registrada no Ministério da Agricultura e possui autorização da ANVISA para essa atividade. Esses insetos serviram de matéria-prima principal para a produção da farinha que foi inserida nas formulações dos biscoitos. O restante dos materiais para a formulação dos biscoitos, foram comprados no mercado local de Bananeiras – PB.

- **Local do Experimento**

O trabalho foi desenvolvido nos laboratórios de Tecnologia de Panificação e de Análises Físico-química de alimentos, ambos localizados no Campus III da Universidade Federal da Paraíba – UFPB.

• Elaboração do Biscoito

Foram avaliadas quatro formulações (Tratamentos) de biscoitos integrais com farinha de larva de tenébrio com diferentes percentuais (5%, 10% e 15%), comparando a formulação padrão (T1 – 0%) para verificar a influência nas características físico-química.

Na Tabela 1 é apresentado os ingredientes utilizados na elaboração da formulação padrão com os respectivos percentuais empregados para o preparo dos biscoitos integrais. Seguindo o preparo tradicional de biscoitos inicialmente os ingredientes secos foram pesados e misturados (Figura 1A) para posterior adição do azeite, alho, cebola ralada e a farinha de inseto e por último foi adicionado água o bastante até a massa desgrudar das mãos. Após esse processo foi obtida uma massa, que passou pelo processo de modelagem (Figura 1B) e acondicionados em assadeiras contendo em seu fundo papel manteiga para que os biscoitos não grudassem (Figura 1C), conseguinte foram levados para o assamento em forno com a temperatura ajustada para 180 °C por um tempo de 20 minutos.

Após o assamento, os biscoitos foram retirados do forno (Figura 1D), colocados para esfriar e embalados em embalagens metálicas do tipo *ziplock* para posteriores análises, o armazenamento ocorreu em temperatura ambiente por se tratar de um produto seco.

Tabela 8 – Formulações dos biscoitos integrais adicionados de farinha de larva de tenébrio

Ingredientes	Tratamento			
	T1 (0%)	T2 (5%)	T3 (10%)	T4 (15%)
Aveia em Flocos (g)	100	100	100	100
Farinha de trigo integral (g)	150	133,5	125	112,5
Sal (g)	5	5	5	5
Água (g)	100	100	100	100
Azeite (g)	30	30	30	30
Alho (g)	6	6	6	6
Cebola ralada (g)	35	35	35	35
Farinha de inseto (g)	0	12,5	25	37,5

T1 = 0 % de farinha de larva de tenébrio, T2 = 5 % de farinha de larva de tenébrio, T3 = 10 % farinha de larva de tenébrio e T4 = 15 % de farinha de larva de tenébrio. g = gramas

Fonte: Autores



Figura 1A: Mistura dos ingredientes secos; Figura 1B: Modelagem dos biscoitos; Figura 1C: Biscoitos postos na forma; Figura 1D: Biscoitos após assamento.

Fonte: Autores

• Caracterização Físico-química

A composição físico-química dos biscoitos foi determinada de acordo com as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (23), onde as seguintes determinações foram realizadas em quadruplicata.

- **Umidade (414/IV):** para a determinação do teor de umidade foi utilizado o método de estufa a 105 °C até atingir o peso constante, com cinco gramas da amostra e os resultados expressos em porcentagem (%).

- **Cinzas (018/IV):** para as cinzas foi utilizado cinco gramas da amostra em cadinhos de porcelana previamente tarados. Após completa carbonização por incineração em mufla a 550 °C por seis horas, se obteve um resíduo isento de carvão com coloração branca acinzentada. Posterior a isso, os cadinhos foram postos em dessecador para resfriamento e consequentemente pesados.

- **Lipídeos (354/IV):** determinação realizada por extração a frio pelo método de Folch e colaboradores (24), onde, foram pesadas cinco gramas da amostra, adicionandose clorofórmio-metanol (p/p) com constante agitação, posteriormente foi feita a filtragem e adicionou-se KCl (Cloreto de Potássio) a 0,74 %. Após essa esta etapa, a mistura foi agitada vigorosamente e levada para repouso, para separação de fases, sendo recolhida uma alíquota de 10 mL, onde essa após seca em estufa a 100 °C, por 30 minutos foi finalmente pesada.

- **Proteínas (036/IV):** foi utilizado o método de micro-Kjedahl clássico, baseado em três etapas (digestão, destilação e titulação), utilizado um fator de conversão de 4,76 para conversão de Nitrogênio em proteínas. Segundo Janssen e colaboradores (25), utilizar o fator de conversão de nitrogênio em proteína (Kp) de 6,25 para calcular acaba superestimando o

conteúdo proteico dos insetos, levando em consideração que este tipo de amostra possui a presença de nitrogênio não proteico.

- **Carboidratos:** foi calculado por diferença. $X = \% \text{ Carboidratos} - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ Lipídeos} + \% \text{ proteínas})$. Considerando que as fibras estavam presentes nos carboidratos.

- **Análise Estatística**

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados e os dados obtidos das análises realizadas para as formulações dos biscoitos foram comparados através de análise de variância (ANOVA) e as médias obtidas foram comparadas através de teste de Tukey, com 95 % de significância estatística (α), $p < 0,05$, utilizando Soft Microsoft Excel versão 2022 e o SAS, versão 2014.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Composição proximal dos biscoitos**

Na Tabela 2 estão os resultados da composição proximal dos biscoitos elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo integral por farinha de larva do tenébrio gigante, onde foi possível observar diferenças nas características principalmente do percentual de proteínas e lipídeos.

Tabela 2: Composição proximal dos biscoitos elaborados com farinha de larva de tenébrio gigante.

Composição proximal	Tratamentos			
	T1 (0%)	T2 (5%)	T3 (10%)	T4 (15%)
Umidade	7,19±0,44 ^a	6,54±0,18 ^{ab}	6,52±0,18 ^{ab}	5,85±0,14 ^b
Cinzas	2,67±0,04 ^a	2,72±0,01 ^a	3,07±0,01 ^b	3,18±0,03 ^b
Lipídeos	10,02±0,37 ^a	10,30±0,35 ^a	13,05±0,8 ^b	14,45±0,1 ^c
Proteínas	11,48±0,22 ^a	12,68±0,19 ^b	15,13±0,20 ^c	16,16±0,5 ^d
Carboidratos	68,64±0,68 ^a	67,12±0,56 ^a	62,58±0,88 ^b	60,47±0,53 ^b

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre os tratamentos. **T1** = 0 % de farinha de larva de tenébrio, **T2** = 5 % de farinha de larva de tenébrio, **T3** = 10 % farinha de larva de tenébrio e **T4** = 15 % de farinha de larva de tenébrio.

Fonte: Autores

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2 o teor de umidade nos diferentes tratamentos diminuiu em relação ao tratamento controle, passando de um valor de 7,19% para 5,85%. No entanto, estatisticamente apenas o tratamento T4 apresentou diferença significativa. A água presente na massa com apenas da água adicionada ao sistema (de acordo com as formulações apresentadas) e do teor de água das matérias-primas. Uma mudança proporcional no teor de água foi, possivelmente foi causada pela substituição da farinha de trigo pela farinha da larva de tenébrio, que tem um menor teor de umidade quando comparado com o restante dos outros ingredientes. Como mencionado anteriormente, é possível que a adição de altas concentrações de farinha de insetos leva a uma rede de glúten

mais fraca, incapaz de reter efetivamente bolhas de gás e moléculas de água, resultando em uma diminuição da umidade do produto.

Esses resultados podem sugerir que a farinha de trigo possui maior capacidade de retenção de água do que a farinha do tenébrio (26). Contudo, vale ressaltar que os biscoitos atendem a legislação brasileira que recomenda teores de umidade abaixo de 14% para biscoitos e bolachas.

Em relação aos valores de cinzas totais houve um aumento significativo, o que reflete no aumento do conteúdo mineral com o aumento gradativo da farinha de insetos. Valores de 2,92% e 2,18% também foram encontrados na literatura em biscoitos nutricionais sabor café adicionado de farinha de pupas de bicho-da-seda (*Bombyx mori*) e em biscoitos adicionados de 6% de farinha de tenébrio comum, respectivamente (27, 26). O que podemos considerar que o biscoito integral adicionado de farinha de tenébrio gigante está entre os resultados encontrados na literatura.

Houve uma diminuição significativa nos teores de carboidratos, o que já era esperado, pois na medida em que se ia aumentando o teor de farinha de larva de tenébrio, diminuía conseqüentemente a quantidade de farinha de trigo, mas estatisticamente não houve diferença significativa entre o T1 e T2 nem diferença entre o T3 e T4. Podemos assim dizer que com a diminuição dos valores de farinha de trigo integral, sendo a fonte majoritária de carboidrato, e aumentando a concentração de farinha de inseto há uma diminuição nesses valores, o que se tem como resposta que a farinha da larva de tenébrio gigante não é rica em percentuais de carboidratos.

No que se diz respeito ao teor de lipídeos, praticamente todos os tratamentos quando comparados com o T1 foi verificado aumento significativo, conforme aumentava o percentual de farinha de larva de tenébrio da formulação. Como todos os ingredientes usados nas formulações foram os mesmos, com exceção do aumento da farinha da larva de tenébrio, novamente espelha-se a influência que a farinha exerceu sobre os biscoitos, aumentando assim os teores lipídicos em todos os tratamentos. Valores lipídicos similares de 8,71% (27), 11,1% (26) e 20,78% (28), já foram encontrados na literatura, o que demonstra que a farinha de inseto interfere diretamente no teor de gordura dos biscoitos.

Os resultados nos teores de proteínas variaram de 11,48 a 16,16%, cujo aumento foi em torno de 4,7% quando se faz uma comparação entre o tratamento controle para o tratamento que levou uma maior quantidade de farinha de larva de tenébrio (T4). Esse efeito já era esperado, pois a farinha do tenébrio é rica em proteínas, por isso houve um aumento gradativo e proporcional do teor de proteína no produto final.

Com os dados obtidos é possível considerar que os biscoitos podem apresentar alegações como produto “fonte de proteínas” de acordo com a Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. O biscoito integral adicionado de farinha de tenébrio, pode ser rotulado com essa alegação, pois, pelos resultados todas as formulações apresentaram valores mínimos de 10% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de referência por 100 g, nos alimentos sólidos (29).

A incorporação do tenébrio induziu a redução da firmeza e aumento da crocância, resultante do impacto da proteína na estrutura, pode-se considerar que esse aspecto tem um impacto positivo com respeito à aceitação de salgadinhos. Mundialmente, a proteína do tenébrio gigante pode desempenhar um papel importante no redesenho de dietas alimentares, tornando-as mais sustentáveis, com menor impacto ambiental e igualmente equilibrado (26).

CONCLUSÕES

Os resultados revelaram que a substituição da farinha de trigo integral pela farinha da larva de tenébrio alterou a constituição físico-química dos biscoitos, permitindo assim que eles se enquadrassem na alegação de produto de “fonte de proteínas” segundo a legislação. Foi também verificado um progressivo aumento nos teores de lipídeos e proteína dos biscoitos à medida que a concentração de farinha da larva do tenébrio foi sendo adicionada, esse é um ponto positivo, pois quando observamos outros produtos panificados muitos não contêm quantidades significativas de proteínas.

Um passo adicional e de extrema importância seria a realização de uma análise sensorial dos biscoitos avaliando tanto a aceitação dos consumidores como também as características do biscoito como: cor, aroma, sabor e crocância. Além disso, também se faz necessário uma análise para avaliar o impacto dessa proteína na dieta de crianças, adultos e idosos, onde seria avaliado o quanto dessa proteína seria absorvida e utilizada no organismo.

REFERÊNCIAS

1. Imathio S. Benefits and foods safety concerns associated with consumption of edible insects. NFS J. 2020;18:1-11.
2. Gahukar RT. Entomophagy and human food security. Int. J Trop. Insect Sci. 2011;31:129-144.
3. Zielinska E, Pankiewicz U. Nutritional, physiochemical, and antioxidative characteristics of shortcake biscuits enriched with *tenebrio molitor* flour. Molecules. 2020;25:5629.
4. Amoah I, Cobbinah JC, Yeboah JA, Essiam FA, Lim JJ, Tandoh MA, Rush E. Edible insect poder for enrichment of bakery products – A review of nutritional, phycal characteristics and acceptibility of bakery products to consumers. Future F. 2023;8:100251.
5. FAO. Looking at edibles insects from a food safety perspective. Challenges and opportunities for the sector. Rome: FAO; 2021.
6. Carvalho NM, Madureira AR, Pintado, ME. The potential os insects as food sources – a review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2019;60:3642-3652.
7. Lahteenmaki-uutela A, Rahikainen M, Camarena-Gómez MT, Piiparinen J, Spilling K, Yang B. European Union legislation on macroalgae products. Aquac. Int. 2021;2:487-509.
8. Jairath G, Mal G, Gopinath D, Singh B. A holistic approach to access the viability of cultured meat: A review. Trends Food Sci Techno. 2021;110:700-710.

9. Huis AV, Rumpold B, Maia C, Roos N. Nutritional qualities and enhancement of edible insects. *Annu Rev Nutr.* 2021;11:551-576.
10. Onwezen MC, Bouwman EP, Reinders MJ, Dagevos H. A systematic review on consumer acceptance of alternative proteins: pulses, algae, insects, plant-based meat alternatives, and cultured meat. *Appetite.* 2021;159:105058.
11. Huis AV, Itterbeeck JV, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, Vantomme P. *Edible insects: future prospects for food and feed security.* Rome: FAO; 2013
12. Cardoso SAE. *Utilização de insetos na alimentação humana e animal [Dissertação de Mestrado].* Lisboa: Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias; 2016.
13. Vilella LM. *Produção de insetos para uso na alimentação animal [Trabalho de conclusão de curso].* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2015.
14. Eckl MR, Biesbroek S, Veer PV, Geleijnse JM. Replacement of meat with non-meat sources: A review of the drivers and inhibitors in developed countries. *Nutrients.* 2021;12:3602.
15. Gere A. Readiness to adopt insects in Hungary: A case study. *Food. Qual. Prefer* 2017;59,81-86.
16. Akullo J, Nakimbugwe D, Obaa BB, Okwee-Acai J, Agea JG. Development and quality evaluation of crackers enriched with edible insects. *Int Food Res. J.* 2018;4,1592-1599.
17. Correia PJSF. *Desenvolvimento de produtos de pastelaria elaborados com farinha de insetos. [Dissertação de Mestrado].* Porto: Universidade do Porto, 2019.
18. Malaghini CME. *Impressão 3D de alimentos: utilização de farinha de insetos como fonte alternativa de proteínas em produtos de cereais. [Trabalho de conclusão de curso].* Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.
19. Azzurra A, Vecchio R. Desenvolvimento de alimentos funcionais no mercado europeu: uma perspectiva do consumidor. *J Funct Foods.* 2011;3,223-228.
20. Bonfietti NF. *Desenvolvimento e análise sensorial de biscoito de quinoa enriquecido com pigmentos naturais. R. Uniletoledo.* 2015;1,16.
21. Souza PC. *Ciclo de vida das larvas de *Tenebrio molitor* (coleóptera) sob diferentes dietas. [Internet].* Manaus. XX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA–CNPq/FAPEAM, 2011. [Acesso em 2 de Out 2023]. Disponível em: https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/3195/1/pibic_inpa.pdf



22. Simioni CF. A criação e o uso de tenébrio e grilo na alimentação e nutrição dos animais. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Gama: Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos; 2020.
23. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008
24. Folch J, Lees M, Stanley GHS. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 1957;226:497-509.
25. Janssen RH. Nitrogen-to-protein conversion factors for three edible insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and *Hermetia illucens*. J. Agric. Food Chem. 2017;65,2275-2278.
26. Djouadi A. Desenvolvimento de Biscoitos Saudáveis Ricos em Proteínas Usando Farinha de *Tenebrio molitor*. Alimentos.2022;11,702.
27. Torres KS, Ferreira THB, Argondonã EJS. Desenvolvimento de biscoito enriquecido com pupas de bicho-da-seda (*Bombyx mori*). J. Food Meas. Charact. 2022;16,1540-1548.
28. Costa SM. Proteínas de larvas de *Tenebrio molitor* (L., 1758): Extração, Caracterização e Aplicação num produto alimentar. [Dissertação de Mestrado]. Lisboa: Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária; 2017.
29. Brasil. Constituição (1998). Ministério da Saúde – Secretaria de Vigilância Sanitária. Brasília (DF). Senado Federal; 1998.

SOBREMESA LÁCTEA TIPO FLAN ENRIQUECIDO COM INULINA E COM ADIÇÃO DE CALDA DE CAPUCHINA: ASPECTOS SENSORIAIS, NUTRICIONAIS E POTENCIAIS BENEFÍCIOS

Mirelly Costa da Silva¹; Leticia Marques Camboim²; Jefferson Renan Pinheiro Rodrigues³; Adla D'avila Pereira⁴; Gerla Castello Branco Chinelate⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: eng.mirellycosta@gmail.com, ²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: leticiamarqus154@gmail.com; ³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: jeffersonrodrigues.eng23@gmail.com; ⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: adilla.davila02@gmail.com; ⁵Docente/pesquisador do Depto de Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados – UFAPE; E-mail: gerla.chinelate@ufape.edu.br

Resumo: O objetivo deste trabalho foi revisar sobre a utilização de flores comestíveis em sobremesas lácteas com adição de inulina, uma vez que existe toda uma mobilização no país sobre a utilização de flores comestíveis, focando principalmente nos aspectos gastronômicos e nutricionais das flores comestíveis não convencionais, como são intituladas, a Capuchinha (*Tropaeolum majus L.*), ou chapéu de frade como também é conhecida foi a flor escolhida, ela apresenta em sua composição uma infinidade de compostos nutricionais, como compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas, além de ser uma grande fonte de fibra, carotenoides especialmente a luteína que auxilia na prevenção de problemas da visão, como catarata e glaucoma. Juntamente com as propriedades probióticas da inulina que desempenham um papel fundamental no equilíbrio da microbiota intestinal e na saúde humana, ela tem despertado grande interesse na indústria de alimentos tanto pelo seu potencial aplicação, quanto por seus benefícios. A combinação desses ingredientes, aplicados a uma sobremesa láctea tipo flan, onde é possível a aplicação e consumo de alimentos doces, com bom sabor, e boa aparência, quebrando o tabu de que alimentos saudáveis não são tão agradáveis visualmente ou até mesmo agradável ao paladar.

Palavras-chave: Flor capuchinha; Inulina; Prebiótico; Sobremesa láctea;

INTRODUÇÃO

A criação e desenvolvimento de sobremesas que misturam elementos clássicos com ingredientes menos comuns estão se tornando uma tendência na culinária moderna. Além de que ao longo dos anos os consumidores vêm tomando certa conscientização a respeito dos

efeitos da alimentação nos benefícios à saúde humana, e com isso vem mudando os seus padrões de vida, e consumo de alimentos, optando cada vez mais por alimentos que são considerados mais saudáveis e benéficos à saúde (1).

Esta revisão literária foca no desenvolvimento da sobremesa láctea tipo flan tradicional enriquecida com inulina e complementada com uma calda de capuchinha, esta sobremesa contém um oligossacarídeo não digerível conhecido por suas propriedades prebióticas, no caso a inulina, além de todas as propriedades que a flor de capuchinha que será utilizada na calda apresenta em sua composição, como uma infinidade de compostos nutricionais, como compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas, sendo também considerada uma grande fonte de fibra e carotenóides (2).

Além do mais, a utilização de flores comestíveis pode auxiliar na apreciação e preservação da biodiversidade, além de promover a sustentabilidade, com base em práticas de produção sustentáveis. A inulina promove o crescimento de bactérias benéficas no intestino e contribui para a saúde digestiva. Adicionar inulina a sobremesas lácteas, como o flan, pode melhorar seu valor funcional e oferecer benefícios nutricionais (3). Além disso, a incorporação da calda de capuchinha proporciona um elemento único ao flan, não só em termos de sabor, mas também de benefícios para a saúde (13).

A combinação de inulina e calda de capuchinha resulta em uma sobremesa láctea que satisfaz o paladar e contribui para o bem-estar digestivo, além de fornecer uma dose extra de antioxidantes benéficos (14). Provavelmente, pesquisas foram conduzidas para explorar os efeitos da inulina na textura e aceitação do produto, bem como os possíveis benefícios à saúde associados à adição de capuchinha (15). Utilizando aplicações que combinadas auxiliam no funcionamento do organismo, serão examinados os aspectos relacionados aos sentidos, valor nutricional e os possíveis benefícios para a saúde dessa combinação (16).

As decisões sobre o que comemos estão intrinsecamente ligadas à nossa saúde e ao meio ambiente (17). Os consumidores, cada vez mais estão optando por uma alimentação saudável, uma vez que estão tomando conhecimento a respeito de componentes utilizados na indústria, no atual cenário de mudança alimentar global, as dietas tradicionais estão sendo substituídas por padrões alimentares ricos em açúcares processados, gorduras refinadas, óleos e carnes (18). Se essas tendências alimentares não forem alteradas até 2050, elas contribuirão significativamente para um aumento estimado de 80% nas emissões globais de

gases de efeito estufa e no desmatamento, que estão ligados diretamente à agricultura, as utilizações de flores. Além disso, esse tipo de dieta está aumentando muito a incidência de doenças crônicas não transmissíveis (10).

SOBREMESA LÁCTEA FLAN

O consumo de sobremesa láctea, sempre se apresentou como crescente no decorrer das últimas décadas, devido às inovações do setor lácteo, e desenvolvimento de novos produtos, e produtos novos com sabores diferenciados dos comumente encontrados nos mercados, como por exemplo morango e chocolate (11).

O mercado de sobremesas cresce também com muitos novos produtos e conceitos como de porções individuais, e pacotes maiores com partes separadas de embalagens ou que sejam fácil de preparar, pois facilita o acesso a produtos, para pessoas que moram sozinhas, ou que não tem o hábito de comer grandes porções de doce, apenas tiveram momentânea vontade de consumo, pois podem consumir a porção e não desperdiçaram o restante do consumo (11). Além disso, deve ser levado em consideração a questão de tempo de preparo, e ter acesso a essas sobremesas prontas, e saborosas, acessíveis no mercado, facilitam a vida de muitos consumidores, uma vez que no mercado já estão prontas para o consumo.

Uma nova tendência que vem surgindo para sobremesas lácteas é a linha leve (*slim-line*), que é a demanda de consumidores, por produtos doces, que são considerados de luxo, com baixo teor de calorias e gorduras. Esse avanço é justificado pelo processo tecnológico em ingredientes e processos, e pela viabilidade de consumo, que traz alimentos que eram de mais difícil acesso ou apenas sobremesas que eram consumidas somente em casa, a realidade industrial dos consumidores, atrelando a eles ingredientes inovadores e que permitem a produção de novos e diferentes sabores convencionais, com maiores valores nutritivos e digestibilidade.

As sobremesas lácteas são compostas basicamente por: leite, amido, açúcar, flavorizantes, estabilizantes, emulsificantes, gelificantes, espessantes, corantes, aromatizantes, ovos, polpas e conservantes, e apresentam variações de acordo com o tipo, formulação e tecnologia de fabricação que será empregada.

Os processos de fabricação são constituídos por etapas de mistura, tratamento térmico, pasteurização ou esterilização, tratamentos térmicos esses que tem o intuito de garantir a segurança do alimento e prolongar a vida-de-prateleira dessas sobremesas lácteas, seja por redução e destruição de microrganismos patogênicos, quanto pela inativação das enzimas presentes, ao mesmo tempo que conserva as propriedades sensoriais e o valor nutricional ao máximo possível. Para que ao final de todo o processo, seja acondicionado a temperaturas frias, de acordo com os processos tecnológicos de fabricação da sobremesa.

PREBIÓTICO (INULINA)

São considerados prebióticos os elementos alimentares que não são deferíveis que afetam benéficamente o organismo consumidor, estimulando seletivamente a proliferação as atividades de bactérias desejáveis no cólon, além de que o prebiótico pode inibir a multiplicação de patógenos. De acordo com a legislação brasileira, prebióticos podem ser definidos como: “todo ingrediente alimentar não digerível que afeta de maneira benéfica o organismo por estimular seletivamente o crescimento e/ou atividade de um ou um número limitado de bactérias do cólon” (12).

A utilização da inulina em produtos alimentícios trás equilíbrio digestivo para o organismo humano fazendo por exemplo estimulando as bifidobactérias benéficas no intestino, reduzindo os níveis de clostridia, criando um efeito de barreira, e aumentando a produção ácido graxos de cadeia curta, que são responsáveis no organismo por reduzirem o pH geral de todo o sistema digestivo, fazendo com que o colón absorve melhor o cálcio e magnésio. Tendo um melhor funcionamento do sistema digestivo, o organismo apresenta uma maior sensação de bem estar, que está ligado diretamente ao humor e à mente.

Os alimentos funcionais são essenciais para o consumo pois motivam o organismo a trabalhar em prol da saúde, auxiliando o combate a doenças infecciosas, e dando energia e nutrientes necessários para o crescimento e desenvolvimento. Os frutooligossacarídeos desempenham esse papel essencial no organismo, apresentando grande potencial, quando comparado a outros alimentos funcionais. E dentro destes frutooligossacarídeos, temos a inulina.

Os frutanos do tipo inulina são carboidratos de reserva encontrados em alimentos comumente consumidos, como banana, alho, cebola e trigo, assim como na raiz da chicória, de onde são extraídos em escala industrial. Estruturalmente, são polímeros lineares de β -D-frutofuranoses unidas por ligações do tipo $\beta(2\rightarrow1)$, que podem estar ligados a uma molécula terminal de β -D-glucopiranosil, e diferem quanto ao grau de polimerização, sendo que o da oligofrutose é inferior a dez e o da inulina pode variar de onze até sessenta.

A inulina é um carboidrato solúvel em água, com solubilidade dependente da temperatura. À temperatura de 10°C , a solubilidade da inulina é de 6%, e passa a ser aproximadamente 35% na temperatura de 90°C , por esse motivo, quando ela é resfriada, ou até mesmo congelada, ocorre uma precipitação dos frutooligossacarídeos, provocada por essa redução da temperatura.

A inulina, com um grau de polimerização médio de 12, é produzida industrialmente a partir da extração com água quente das raízes da chicória (*Cichorium intybus*). Em seguida, passa pelo processo de refinação e é seca por atomização. Há três tipos de produtos comerciais que podem ser produzidos: inulina com alto grau de polimerização (média de 25), obtida por separação física; oligofrutose (média de 4), obtida pela hidrólise enzimática parcial da inulina; e uma mistura de inulina e oligofrutose, resultante de uma combinação de 50% de inulina com alto grau de polimerização e 50% de oligofrutose.

Esses frutanos estão disponíveis comercialmente como ingredientes alimentícios em forma de pó ou xarope. Eles possuem diversas aplicações na formulação de diversos tipos de produtos, tanto para serem considerados alimentos funcionais quanto para melhorar seu valor nutricional e suas propriedades sensoriais. A inulina é comercialmente apresentada como produto em pó, que é obtido através de uma secagem por atomização (*spray dryer*), a escolha feita por esse processo é feita pela facilitação de transporte, manipulação, armazenamento e consumo. A inulina extraída de plantas, após o processo de secagem, se apresenta como um pó branco, amorfo e que tem odor e sabor neutros. Já a inulina apresentada em sua forma de gel, é muito cremosa e tem textura semelhante a gordura, e tem sua força dependente da concentração de inulina presente.

A aplicação da inulina na indústria de alimentos se dá principalmente porque a inulina é capaz de substituir açúcar ou até mesmo a gordura, e ao fazer essa substituição não incrementa caloricamente o produto, e a inulina pode ser aplicada em uma gama de produtos

que variam de chocolates, sorvetes e iogurtes, entre outros produtos. E essa substituição da inulina se baseia na formação de partículas de gel com água, que diferente de outras fibras insolúveis, a inulina não tem sua viscosidade afetada pela grande capacidade de absorção de água, por esse motivo ela substitui a gordura imobilizando a água durante a formação das partículas de gel, além de seu sabor neutro que não altera o produto em suas características sensoriais, como ela também pode ser utilizada para remover sabores persistentes que estão associadas as formulações que são enriquecidas com vitaminas. Por esse motivo, a inulina é tão explorada na indústria de alimentos.

CAPUCHINHA (PANCS)

As hortaliças comestíveis mais utilizadas e consumidas são couve-flor (*Brassica olerace var. bortytis*), a alcachofra (*Cynara cardunculus*), e o gerânio (*Pelargonium horotrum*), existem evidências históricas de sua utilização pelos romanos e chineses e povos do Oriente Médio (4). Inúmeros estudos indicam que as plantas alimentícias comestíveis não convencionais (PANCS) podem ser importantes fontes de compostos bioativos, nutrientes, vitaminas, entre outros, promovendo a diversificação alimentar e nutricional (5).

A capuchinha é uma flor que se origina no México e no Peru, apresentando uma variedade de cores que vão desde um suave tom de amarelo até um vermelho vibrante. Essa flor não é apenas apreciada na culinária por ser comestível, mas também é considerada uma hortaliça não convencional. Além disso, as flores comestíveis são amplamente conhecidas pelos seus benefícios à saúde devido à presença de compostos antioxidantes notáveis, como carotenóides e compostos fenólicos, que contribuem com propriedades bioativas em sua composição. No Rio Grande do Sul, a Feira dos Agricultores Ecologistas (FAE), em Porto Alegre, contempla uma grande diversidade de oferta de PANC, tanto in natura, quanto em alimentos processados (6). No sul do país, vem sendo apresentado a utilização de flores comestíveis na alimentação, trazendo um conhecimento populacional e incentivo através de projetos como PANCPOP: Popularizando o Uso de Plantas Alimentícias Não Convencionais, projeto que é executado juntamente com a Universidade Federal do Rio Grande (FURG), evento que acontece desde o ano de 2018, e segue desenvolvendo

atividades juntamente com a comunidade de agricultores da região Sul do Rio Grande do Sul.

As flores comestíveis trazem em sua composição diversos fitoquímicos que trazem benefícios aos seus consumidores, como atividades relacionadas aos antioxidantes presentes, a preservação e manutenção da saúde, além da prevenção do envelhecimento precoce. Segundo Ebert Et al. (7), o comportamento alimentar brasileiro é bastante variado e perpassa pela contribuição dos povos nativos, dos colonizadores e dos escravizados que, cada um à sua maneira, utilizava das frutas e verduras para compor sua alimentação, criando um cenário vasto e misto de culinária nacional. Todavia, no caso das flores comestíveis, é muito comum que, no país, sejam usadas para adicionar beleza, cor e sabor, especialmente em restaurantes mais elitizados, muitas vezes desconsiderando o poder nutritivo e, por vezes, medicinal dessas flores.

A capuchinha apresenta um sabor picante e pode ser usada como substituto da mostarda em saladas, em sua forma natural de consumo, é muito utilizada em restaurantes gourmets, e de alto padrão em seus pratos elaborados que variam de salgados a doces refinados. Além disso, é muito utilizada no preparo de empadas e omeletes, algumas vezes sendo também comumente adicionada a vinhos e licores aromatizados de alto padrão. As capuchinhas são ricas em luteína, antocianinas e benzil glucosinolato, além de possuírem uma quantidade significativa de vitamina C. Em um estudo recente, avaliou se que o extrato da capuchinha foi capaz de inibir o acúmulo lipídico e reduzir a expressão gênica de fatores que aumentam o processo de adipogênese segundo os autores do estudo (8).

Segundo Ebert Et al. (7), a capuchinha é uma planta de fácil plantio, podendo ser cultivada até mesmo em quintais. Além disso, desde que irrigada nos períodos mais secos do ano, tal planta pode ser cultivada ao longo de todos os períodos e estações, fator que potencializa seu uso. Há, ainda, benefícios quanto à sua composição química, uma vez que é rica em nitrogênio (N), enxofre (S), iodo (I), flúor (F) e potássio (K).

As folhas de capuchinha apresentam grande potencial medicinal, em estudos conduzidos com camundongos, o extrato das folhas de capuchinha apresentou atividade diurética, ou seja, auxiliou no trato de infecções urinárias, demonstrando efeito anti-hipertensivo e anticoagulante (9) (10).

Além de toda aplicabilidade, pois se é utilizado tanto a flor, quanto as folhas, e uma vez que a Capuchinha pode ser consumida tanto in natura, quanto aplicada em pães, bolos, geleias, pudins dentre outros doces e sobremesas.

CONCLUSÕES

Sabe-se que a utilização de prebióticos aumentam a viabilidade intestinal, o que traz grande vantagem ao consumidor, mostrando a sua relevância em aplicabilidade na indústria de alimentos que tem foco principal em alimentos funcionais, sendo assim em conclusão, é possível enfatizar a aplicação e potencial da sobremesa láctea tipo flan enriquecida com inulina e adicionada de calda de capuchinha, pelas análises de dados, apresenta grande relevância de impacto positivo, e preenchendo uma lacuna de inovação no mercado, onde se dá pela crescente utilização de flores comestíveis apenas em pratos e receitas artesanais, trazendo assim diversidade para o mercado, na utilização de flores comestíveis não convencionais na indústria de alimentos, além de aplicação e proposta de atração saudável quando comparada aos produtos de sobremesas lácteas oferecidas no mercado atual.

Uma vez que o estilo de vida e de alimentação saudável vem ganhando cada vez mais força, e impulsionando o consumo e preferência dos consumidores por alimentos mais saudáveis e nutritivos.

REFERÊNCIAS

1. Alves LC, Biondo E, Sant'Anna VS. Sustentabilidade e flores comestíveis no Brasil: aspectos nutricionais, gastronômicos e toxidez. Revista Tecnologia e Sociedade. 2023;19(56):29-50.
2. A inulina e seus benefícios [Internet]. 2023 [acesso em 18 out. 2023]. Disponível em: http://insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/633.pdf.
3. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Hortaliças. Hortaliças PANC: Segurança alimentar e nicho de mercado. Brasília, DF: EMBRAPA; 2021.

4. Felipe GM. Entre o jardim e a horta: as flores que vão para a mesa. 2ª edição. São Paulo: Senac; 2004.
5. Magalhães RSC. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC): Estudo etnobotânico no contexto da Associação Regional de Produtores Agroecológicos da Região Sul – ARPASUL [dissertação de mestrado]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2019. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/4999>.
6. Tilman D, Clark M. As dietas globais vinculam a sustentabilidade ambiental e a saúde humana. *Natureza*. 2014;515:518-522. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature13959>.
7. Capriles VD, Arêas JAG. Frutanos do tipo inulina e aumento da concentração de cálcio: uma revisão sistemática. *Revista de Nutrição*. 2012;25(1):147-159.
8. Valente C, Melo GCB, Durigon J. Impactos do processo de popularização das plantas alimentícias não convencionais na oferta de produtos agroecológicos: o caso da Feira de São Lourenço do Sul (RS). *Revista Brasileira De Agroecologia*. 2023;18(1):368-387. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/23760/14450>.
9. Willett W, et al. Alimentos no Antropoceno: a Comissão EAT-Lancet sobre dietas saudáveis a partir de sistemas alimentares sustentáveis. *A Lanceta*. 2019;393:447-492. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30660336>. Acesso em 20 de abril de 2021.
10. Aleixo MGB, et al. Controle e redução de doenças crônicas não transmissíveis através da dieta à base de plantas: uma revisão abrangente. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*. 2020;1(1).
11. Brasil. Alegações de propriedade funcional aprovadas [Internet]. 2008. Disponível em: <http://anvisa.gov.br>.
12. Newman SE, O'Connor AS. Flores Comestíveis. Extensão da UCS; n. 7237. 2009. Disponível em: <http://www.ext.colostate.edu/pubs/garden/07237.html>.
13. Gonçalves J, Silva GC, Carlos LA. Compostos bioativos em flores comestíveis. *Perspectivas Online: Biológicas & Saúde*. 2019;9(29):11-20. Disponível em: https://ojs3.perspectivasonline.com.br/biologicas_e_saude/article/view/1719/1377.
14. Seifert J, Carlos A, Durigon J. Sociobiodiversidade como o caminho à Soberania Alimentar em Sucessivas Crises Globais [Internet]. 2021. Disponível em: <https://direitosfundamentais.org.br/sociobiodiversidade-como-o-caminho-a-soberania-alimentar-em-sucessivas-criises-globais/>.



15. Ebert EF, et al. Capuchinha (*Tropaeolum majus*) composta bioativos e sua funcionalidade no organismo. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*. 2021;10(16):2-10.
16. Kim GC, et al. Efeitos antiadipogênicos do extrato etanólico de *Tropaeolum majus* (capuchinha) em células 3T3-L1. *Pesquisa em Alimentos e Nutrição*. 2017;61(1):1-8.
17. Santos APE, et al. Efeito anticoagulante in vitro do extrato hidroetanólico de folhas e flores de *Tropaeolum majus* L. (*Tropaeolaceae*) sobre o plasma humano. *Revista Latino-Americana de Farmácia*. 2007;26(5).
18. Gasparotto JA, et al. Mecanismos subjacentes aos efeitos diuréticos de *Tropaeolum majus* (*Tropaeolaceae*) em ratos. *Revista de Etnofarmacologia*. 2009;122(3):517-522.

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE IOGURTE GREGO ADICIONADO DE CALDA DO FRUTO DO MANDACARU (*CEREUS JAMACARU*)

Pedro Luiz de Melo Silva¹; Ana Clara Silva da Cruz²; Gean Carlos Targino Paixão³; Nathan Reges Fontes dos Santos⁴; Amanda Marília da Silva Sant'Ana⁵

¹Estudante do Curso de Agroindústria- CCHSA –UFPB; E-mail: pedromuniz872@gmail.com,

²Estudante do Curso de Agroindústria- CCHSA- UFPB; E-mail: cruzanaclaa8@gmail.com,

³Estudante do Curso de Agroindústria- CCHSA- UFPB; E-mail: carlosgean31@gmail.com,

⁴Estudante do Curso de Agroindústria- CCHSA- UFPB; E-mail: nathanregis.2015@gmail.com,

⁵Docente/pesquisador do Depto de Gestão e Tecnologia Agroindustrial –DGTA– UFPB. E-mail: amandasant-ana@hotmail.com.

Resumo: O iogurte grego é um produto com ótima aceitação e alto valor comercial, possui alta concentração de proteínas e gorduras, maior firmeza e viscosidade que os demais iogurtes comumente encontrados no mercado. O fruto do mandacaru apresenta grande potencial de aproveitamento industrial em processos tecnológicos. Este estudo teve como objetivo desenvolver um iogurte grego adicionado de diferentes concentrações de caldas elaboradas a partir da polpa e da casca do fruto do mandacaru e avaliar as características físico-químicas do produto. Inicialmente realizou-se a elaboração do iogurte grego e das caldas do fruto do mandacaru, com obtenção das formulações: A1 Iogurte grego controle; B1 Iogurte grego + 10% da calda da polpa; C1 Iogurte grego + 10% da calda da casca e D1 Iogurte grego + 5% da calda da polpa e 5% da calda da casca. Foram analisados os teores de umidade, cinzas, proteínas, açúcares totais e redutores, lipídeos, acidez e pH. Os dados foram submetidos a ANOVA e avaliados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os teores obtidos para lipídeos variaram de 4,03% a 4,89%, os de proteínas variam de 5,14% a 6,01%, e os de acidez variam de 0,94% a 1,01%, estando todos dentro dos padrões estabelecidos pela legislação para produtos fermentados. O iogurte grego elaborado com diferentes caldas do fruto do mandacaru, pode ser considerado uma inovação para o mercado de derivados lácteos e apresenta potencial para o consumo humano, necessitando de uma futura análise sensorial. Buscando assim a possibilidade de ampliação do uso do fruto do mandacaru.

Palavras-chave: Cactáceas; Novos produtos; Derivados lácteos

INTRODUÇÃO

O iogurte é definido como o produto obtido por coagulação e diminuição do pH do leite, ou leite reconstituído, por fermentação láctica mediante ação de microrganismos específicos, adicionado ou não de outras substâncias alimentícias. Estes microrganismos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final durante seu prazo de validade. A fermentação láctica se realiza com cultivos simbióticos de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, aos quais se podem acompanhar, de forma

complementar, outras bactérias lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final (1).

Mais cremoso e com maior concentração proteica e lipídica, quando comparado com o iogurte integral natural, o iogurte grego foi introduzido no mercado brasileiro como um alimento de nova segmentação de mercado no mercado de laticínios (2).

O iogurte grego é um produto com boa aceitação e alto valor comercial. As principais características são devidas ao seu processo tecnológico de drenagem, isto é, possui concentração de proteínas e gorduras, maior firmeza e viscosidade que os demais iogurtes comumente encontrados no mercado. No Brasil, como a regulamentação do iogurte grego ainda não foi definida, existem marcas que adicionam outros ingredientes com função espessante (como creme de leite), além de leite e fermento lácteo, visando garantir a consistência característica do produto (3).

O mandacaru (*Cereus jamacaru*) é uma espécie nativa da vegetação da caatinga, pertencendo à família *Cactaceae* Juss. Desenvolve-se em solos pedregosos e, junto a outras espécies de cactáceas, forma a paisagem específica da região semiárida do Nordeste, sendo encontrado nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais (4).

O fruto do mandacaru apresenta potencial de aproveitamento industrial por apresentar teores relativamente elevados de sólidos solúveis totais e açúcares redutores, constituintes importantes em processos biotecnológicos, como a fermentação (5). Por possuir vida curta, o processamento do fruto permitirá o aumento da sua vida-de-prateleira, objetivando à redução de perdas (6).

Apesar de serem encontrados em abundância entre os meses de fevereiro a setembro, os frutos do mandacaru não são tão explorados comercialmente, ocorrendo o desperdício ou, então, sendo utilizados, quando muito, na elaboração de doces, caldas e geleias (4). Nesse contexto, este estudo tem como objetivo desenvolver e avaliar as características físico-químicas de iogurte grego adicionado de diferentes concentrações de caldas elaboradas a partir da polpa e da casca do fruto do mandacaru, buscando ampliar a utilização deste fruto e diversificar o mercado de derivados lácteos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de maio a setembro de 2023, no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Laticínios (PDLAT) e no Laboratório de Análise Físico-química de Alimentos (LFQA) do CCHSA/UFPB, Campus III Bananeiras – PB.

Matéria-prima

O leite bovino foi adquirido no Setor de Bovinocultura também no mesmo Campus, armazenado sob temperatura de refrigeração de 5°C, transportado em recipiente isotérmico até os laboratórios. Os frutos do mandacaru (*Cereus jamacaru*) foram coletados em uma propriedade rural localizada no município de Mogeiro – PB, acondicionados em temperatura ambiente e transportados até os laboratórios.

Elaboração do iogurte grego

Para a elaboração do iogurte grego, o leite bovino foi pasteurizado a 65 °C, por 30 minutos. Em seguida, o leite foi adicionado de 11% de açúcar, filtrado para retirada de possíveis impurezas do açúcar, submetido a tratamento térmico de 90 °C por 10 minutos. Após o tratamento térmico, o leite foi resfriado até a temperatura de 40 °C, adicionado das culturas lácteas *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, e incubado em estufa BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a 42 °C por 4 horas. Em seguida, o produto foi refrigerado e drenado por 24 horas e após esse período, foi realizado o processo de batimento. Por fim, o iogurte grego foi embalado e acondicionado em ambiente refrigerado a 4 °C (Figura 1).

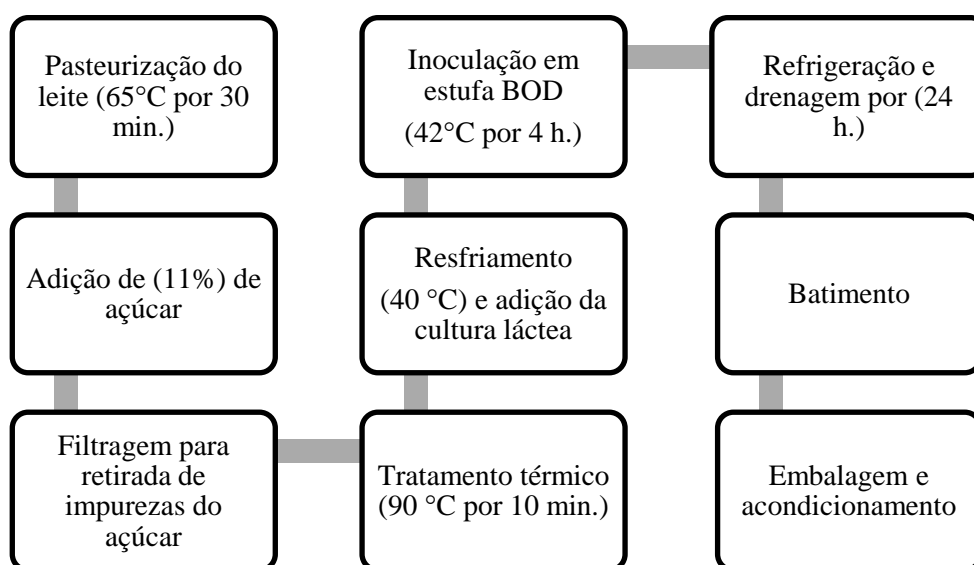


Figura 6 – Fluxograma de produção do iogurte grego

Fonte: Elaborado pelo autor

Elaboração das caldas do fruto do mandacaru

Para a elaboração das caldas, os frutos do mandacaru foram selecionados, lavados e submetidos a sanitização em solução de hipoclorito de sódio (50 ppm por 15 minutos), em seguida enxaguados em água corrente. Os frutos foram cortados ao meio para a separação da casca e da polpa. Após o despulpamento, as cascas e a polpa foram trituradas separadamente em um processador industrial e levadas para a cocção. Utilizou-se na cocção 30% de açúcar em relação ao peso total das cascas e da polpa, e o fim do processo foi observado quando as duas caldas apresentaram uma consistência viscosa. E por fim foram embaladas e acondicionadas (Figura 2).

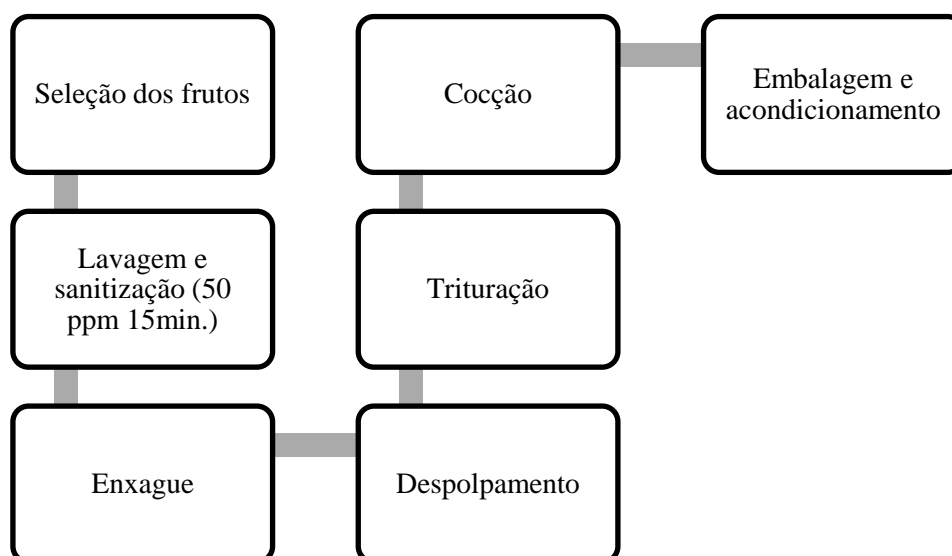


Figura 2 – Fluxograma de produção da calda da casca e da polpa

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir das duas caldas elaboradas foram desenvolvidas três formulações, utilizando como base o iogurte grego. A formulação A1 foi utilizada como controle (iogurte grego sem calda). A formulação B1 e C1 foram compostas por 10% da calda da polpa e da casca, respectivamente, em relação ao peso total do iogurte grego. A formulação D1 utilizou 5% de cada calda em relação ao peso total do iogurte (Tabela 1).

Tabela 1 – Formulações desenvolvidas

Formulações	Ingredientes
A1	Iogurte grego
B1	Iogurte grego + 10% da calda da polpa
C1	Iogurte grego + 10% da calda da casca
D1	Iogurte grego + 5% da calda da polpa e 5% da calda da casca

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cada formulação elaborada foi acondicionada em embalagens plásticas previamente esterilizadas (Figura 3).

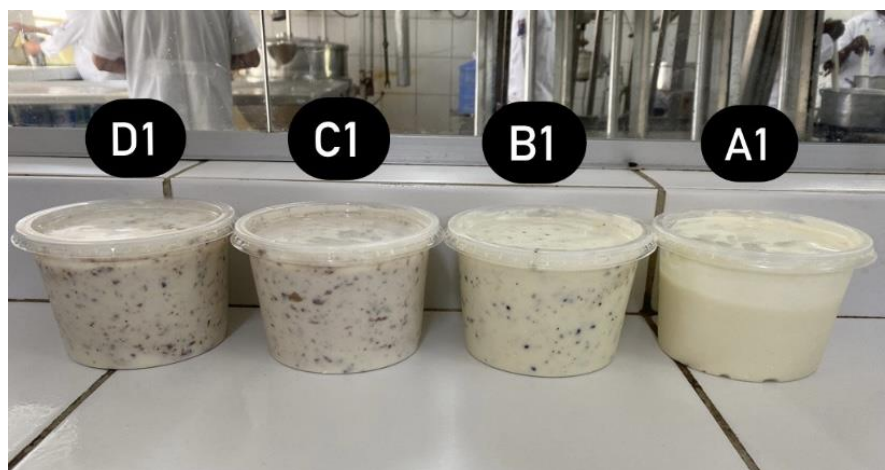


Figura 3 - Formulações do iogurte

Fonte: Próprio autor

Caracterização físico-química

As análises referentes à caracterização físico-química dos iogurtes foram realizadas em triplicata, de acordo com as metodologias recomendadas pelo Instituto Adolfo Lutz (7).

O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa, de 4 gramas da amostra a 105 °C. Já as cinzas foram obtidas por incineração em forno mufla estabilizado à temperatura de 550 °C. As proteínas foram quantificadas pelo método micro-kjeldahl, a partir da quantificação do nitrogênio total contido em 2 gramas da amostra, utilizando fator de conversão de nitrogênio total para proteína de 6,38. Os carboidratos foram avaliados pelo método de Lane-Eynon (1950), com a utilização do reagente de Fehling. A determinação de lipídios foi realizada pelo método de Folch (1957), utilizando 3 g de amostra e adicionando 30 mL da solução de clorofórmio:metanol 2:1, seguida de filtração, separação das fases, secagem em estufa à 105 °C de 5 mL da fase inferior e pesagem dos cadinhos com a gordura.

Determinação do pH e acidez

A determinação do pH ocorreu através de leitura direta no medidor digital de bancada, pHmetro KASVI. A acidez titulável foi determinada através de titulação com solução de NaOH a 0,1 mol/L e expressa em g/100 g de ácido láctico seguindo a metodologia do Instituto Adolf Lutz (7).

Análise estatística

Os dados experimentais foram tabulados e submetidos à análise de variância de fator único (ANOVA) de 5% de probabilidade e para comparação das médias, aplicou-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, pode-se observar os valores obtidos para as análises físico-químicas das diferentes formulações do iogurte grego.

Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas dos iogurtes gregos adicionados de caldas do fruto do mandacaru. Valores expressos em média ± desvio padrão

Parâmetro	Formulações			
	A1	B1	C1	D1
Umidade (%)	77,55±0,15 ^a	73,38±0,23 ^c	75,14±0,36 ^d	74,26±0,20 ^{b,c,d}
Cinzas (%)	0,59±0,04 ^a	0,63±0,01 ^a	0,60±0,17 ^a	0,65±0,03 ^a
Proteínas (%)	5,45±0,12 ^a	5,14±0,40 ^a	6,01±0,10 ^a	5,63±0,29 ^a
Aç. T. (%)	12,25±1,59 ^b	15,22±2,27 ^a	12,42±0,81 ^b	14,75±1,03 ^a
Aç. R. (%)	1,19±0,02 ^a	1,51±0,06 ^a	1,21±0,02 ^a	1,95±0,83 ^a
Lipídeos (%)	4,26±0,30 ^a	4,03±0,16 ^a	4,89±0,69 ^a	4,11±0,09 ^a
Acidez (%)	1,01±0,00 ^a	0,94±0,01 ^a	1,01±0,01 ^a	0,96±0,01 ^a
pH	4,46±0,00 ^a	4,78±0,01 ^a	4,75±0,00 ^a	4,77±0,01 ^a

Aç. T= Açúcares totais; Aç. R= Açúcares redutores. A1= iogurte grego controle; B1=iogurte com calda da polpa do mandacaru; C1=iogurte com calda da casca de mandacaru; D1= iogurte com calda da polpa e da casca de mandacaru. Nota: Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si ao teste de Tukey ao nível de 5%.

Na análise de umidade, os teores médios encontrados variaram de 73,38% a 77,55%, o qual observa-se que a adição das caldas no iogurte, proporciona a redução desse parâmetro ($p < 0,05$), sendo o maior percentual obtido para a formulação sem a adição das caldas do fruto do mandacaru (A1). Quando comparadas as formulações entre si, a umidade foi diferente entre B1 e C1, porém a adição dos dois tipos de calda em mistura na formulação D1 fez com que o teor de umidade dessa amostra não diferisse dos tratamentos B1 e C1. No estudo de Souza et al (8) analisando iogurte grego, os teores médios encontrados variam de 65,62% a 84,49%. Já Antunes et al. (9) obteve um teor de umidade de 77,76 a 83,29% para iogurtes semidesnatados adicionados de concentrado proteico de soro. Ambos resultados semelhantes encontrados nesse estudo.

Com relação aos valores obtidos para a análise de cinzas, os mesmos variam de 0,59% até 0,65% e não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre as amostras. Os valores médios deste estudo foram menores que os encontrados por Silva *et al.* (10) com iogurte grego com adição de polpa de tamarindo (1,17%), porém foram similares aos observados por Nóbrega (11), ao elaborar iogurte caprino prebiótico com geleia da polpa do fruto de mandacaru e do maracujá (0,61% a 0,97%). É importante ressaltar que este parâmetro indica a quantidade de minerais contidos no alimento.

Conforme a Instrução Normativa nº 46 BRASIL (1), o mínimo de proteína láctea para iogurte é de 2,9 g/100g. Os valores médios obtidos do teor de proteína variam de 5,14% a 6,01%, e as formulações em estudo não diferenciam entre si ($p > 0,05$). O maior teor de proteínas em iogurte grego em comparação a iogurtes tradicionais é justificado pela etapa de filtração do produto, que concentra as proteínas e lipídeos e, de acordo com Sodini *et al.* (13), o teor de proteína influencia fortemente na textura do iogurte, principalmente na formação e firmeza do gel, sendo um parâmetro fundamental para a característica final do iogurte grego. Desai et al. (12), analisaram quinze marcas de iogurte grego comercializados no mercado norte americano, e foram encontrados valores entre 5,80% e 10,6% para proteína.

Os teores encontrados de açúcares totais apresentaram variação de 12,25% a 15,22%, e os menores valores foram observados nas formulações A1 e C1. Possivelmente, esses resultados podem ser justificados pela ausência da calda da polpa. A amostra A1 não contém a adição das caldas do fruto do mandacaru e a formulação C1 contém a calda da casca do

mandacaru. Isso indica que as diferenças nos teores de açúcares podem ser atribuídas ao conteúdo de açúcar presente na polpa. Oriente *et al.* (14), ao desenvolverem iogurtes de ameixa adicionados de farinha de chia, obtiveram entre 10,09% e 13,26% de açúcares totais.

Com relação aos teores de açúcares redutores, foram encontrados valores que variam de 1,19% a 1,95, e as formulações em estudo não foram diferentes entre si ($p > 0,05$) neste parâmetro. Isso indica que mesmo com a adição de sacarose na elaboração das caldas presentes nas amostras B1, C1 e D1, o teor de açúcar redutor foi estatisticamente igual ao da amostra controle (A1). Os valores encontrados no estudo de Barros *et al.* (15), ao avaliarem a influência da adição de geleia de abóbora e amido de milho nas características físico-químicas de iogurtes do tipo grego, foram de 4,53% a 6,69%, sendo maiores que os encontrados nessa pesquisa.

Quanto aos teores de lipídeos, os valores médios variaram de 4,03% a 4,89% e as formulações em estudo não diferiram entre si ($p > 0,05$). Estes resultados indicam que a adição da calda da polpa e/ou da casca do mandacaru não influenciaram nesse parâmetro. A polpa de mandacaru maduro tem pouca quantidade de lipídeos, como observado no estudo de Silva *et al.* (16). Magalhães *et al.* (17) encontraram resultados semelhantes de gordura ao estudarem a composição química de iogurte grego comercializado no sul do estado de Minas Gerais. De acordo com Le *et al.* (18), a gordura do leite age como estabilizante, aumentando a firmeza do iogurte, além de produz microestruturas mais densas quando comparado com iogurtes com baixa concentração de gordura.

Segundo a Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007 BRASIL (1), iogurtes devem apresentar valores de acidez em ácido láctico entre 0,6% e 1,5%. Os valores médios encontrados no presente estudo variaram de 0,94% a 1,01%, indicando que todas as formulações atendem à legislação vigente. As formulações em estudo foram semelhantes entre si ($p > 0,05$). A acidez de um produto está relacionada com o seu pH, pois quanto menor o pH, mais ácido é o produto e vice-versa. Assim, com relação aos valores de pH, as formulações de iogurte tiveram variação de 4,46% a 4,78%, apresentando caráter levemente ácido e também não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre as formulações.

Modesto Júnior *et al.* (19), ao estudarem o pH de iogurtes tipo grego elaborados com leite de búfala e diferentes concentrações de calda de ginja, obtiveram variação do pH de 3,63% a 4,13%. Já Silva (20), ao avaliar iogurte de leite de cabra com geleia da casca do fruto do mandacaru, obteve em valor médio de pH de 4,66%.

CONCLUSÕES

A adição das caldas do fruto do mandacaru influenciou a maioria das características físico-químicas do iogurte grego. Os teores de lipídeos, proteínas e acidez indicam que os produtos atendem aos padrões estabelecidos pela legislação para produtos fermentados. O iogurte grego elaborado com diferentes caldas do fruto do mandacaru, pode ser considerado uma inovação para o mercado de derivados lácteos e apresenta potencial para o consumo humano, necessitando de uma futura análise sensorial. Buscando assim a possibilidade de ampliação do uso do fruto do mandacaru.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à discente da UNIASSELVI, Carla Giovanna Albertini de Souza, por todo apoio e colaboração de forma essencial no desenvolvimento e condução dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 24 out. 2007. Seção 1, p. 4.
2. Langsdorff J. Gregos tiram iogurtes da mesmice. *Jornal Meio & Mensagem*, 10 de setembro de 2012. Disponível em: <<http://www.foodandnews.com/2772-gregos-tiram-iogurte-da-mesmice>>. Acesso em: 09 out. 2023.
3. Costa MF, Cardoso MNV, Cruz AG, Silva MC. Desenvolvimento e caracterização de iogurte grego simbiótico sabor baunilha. In: *Semana da Química – Rio de Janeiro: Produzindo ciência há 450 anos, XXXV. Anais...* Rio de Janeiro, 2015. p.3.
4. Silva LR, Alves RE, Caracterização físico-química de frutos de mandacaru. In: *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.* 2009; 7:199- 205.
5. Almeida MM, Oliveira AS, Amorim BC, Freire RMM, Oliveira LSC, Silva FLH. Características físicas e físico-químicas do fruto do mandacaru (*Cereus jamacaru* P.DC.). In: *I Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita de Frutos Tropicais*, João Pessoa, 2005;1-6.
6. Santos MK, Figueirêdo RMF, Melo QAJ, Silva FTK, Bezerra MDCT. Secagem em camada de espuma da polpa do fruto do mandacaru: experimentação e ajustes de modelos matemáticos. *Revista Caatinga.* 2013;26(2):9-17.
7. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4a ed. (1a Edição digital), 2008. 1020 p.
8. Souza P, Pacheco L, Souza L, Filho M, Rosário A, Júnior J, Tavares Z, Negrão C, Souza E, Silva A. Avaliação físico-química, quimiométrica e sensorial de iogurte grego. CAP.02. 2020.
9. Antunes AR, Farinã LO, Kottwitz, LBM, Passotto JA. Desenvolvimento e caracterização química e sensorial de iogurte semidesnatado adicionado de concentrado proteico de soro. *Rev. do Inst. de Laticínios Cândido Tostes.* 2015; 70: 44-54.
10. Silva TE, Silva TE, Santos LS, Garcia LGC, Santos PA. Iogurte grego com adição de polpa de tamarindo: aspectos físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais. *Research, Society and Development.* 2020;9:7.

11. Nóbrega JPM. Desenvolvimento e caracterização de iogurte caprino prebiótico adicionado de geleia da polpa do fruto do mandacaru (*cereus jamacaru*) e maracujá: análise físicas, físico-químicas e microbiológicas. [TCC] Cuité: Universidade Federal de Campina Grande; 2019.
12. Desai NT, Shepard L, Drake MA. Sensory properties and drivers of liking for Greek yogurts. *Journal of dairy science*. 2013;96:7454-7466.
13. Sodini I, Remeuf F, Haddad S, Corrieu G. The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2004;44:113-137.
14. Oriente SF, Silva PIS, Gouveia DS, Mota MMA, Dantas RL, Santiago ÂM. Elaboração e caracterização físico-química de iogurtes de ameixa adicionados da farinha de chia. *Magistra*. 2019;30:78-85. Disponível em: <https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/798>. Acesso em: 10 out. 2023.
15. Barros SL, Santos NC, Monteiro SS, Melo MOP, Silva VMA, Gomes JP. Influência da adição de geleia de abóbora e amido de milho nas características físico-químicas e texturais de iogurte grego. *Revista Principia*. 2020;48:11.
16. Silva SN, Silva PB, Silva RM, Silva LPFR, Barroso AJR, Almeida FAC, Gomes JP. Composição físico-química e colorimétrica da polpa de frutos verdes e maduros de *Cereus jamacaru*. *Magistra*. 2019; 30:11-17.
17. Magalhães AU, Della Torre ACG. Composição química e análise sensorial do iogurte grego comercializado no sul do estado de Minas Gerais. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 2018;73:10-18.
18. Le TT, Van Camp J, Pascual PAL, Meesen G, Thienpont N, Messens K, Dewettinck K. Physical properties and microstructure of yoghurt enriched with milk fat globule membrane material. *International Dairy Journal*. 2011;21(10):798-805.
19. Modesto Júnior EM, Soares SS, Sousa DDF, Carmo JR, Silva RMV, Ribeiro CFA. Elaboração de iogurte grego de leite de búfala e influência da adição de calda de ginja (*Eugenia uniflora* L.) no teor de ácido ascórbico e antocianinas do produto. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 2016;71(3):131-143. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/523/410>. Acesso em: 10 out. 2023.
20. Silva KCM. Elaboração de blends de iogurte de leite de cabra com geleia da casca do fruto do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) [TCC] Pombal: Universidade Federal de Campina Grande; 2015.

INCREMENTO PROTEICO EM MACARRÃO DE BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas*) COM O EXTRATO DAS FOLHAS

Emerson Jose da Silva¹; Isabella Maria da Cruz Oliveira²; Leandro Finkler³

¹Estudante do Curso de Nutrição – CAV – UFPE; E-mail: emerson.jsilva2@ufpe.br

²Estudante do Curso de Nutrição – CAV – UFPE.

³Docente do Departamento de Nutrição – CAV – UFPE.

Resumo: A batata-doce consiste em uma das hortaliças mais consumidas a nível mundial e nacional. Sua parte mais consumida é a raiz, entretanto, as folhas e os galhos, que são normalmente descartados no processo, apresentam composição destacada em compostos bioativos e proteínas. Assim, o objetivo deste trabalho consiste na elaboração de um macarrão de batata-doce adicionado do extrato da folha da batata-doce, e a investigação da influência deste extrato no percentual proteico do produto final. Foram utilizadas batatas-doces (*Ipomoea batatas* L.) de coloração branca, adquiridas em feira localizada no município de Vitória de Santo Antão. A partir das folhas, elaborou-se um extrato, através da cocção das mesmas. Em seguida, foram definidas três formulações distintas, das quais uma foi o grupo controle (sem extrato) e as outras duas continham concentrações diferentes do extrato. Obtido o macarrão cozido, foram realizadas análises para quantificação de proteína nas amostras. As massas obtiveram consistência firme apresentando coloração esverdeada com pequena variação entre as formulações. Quanto à concentração proteica, o extrato das folhas apresentou o maior teor de proteínas. Ao realizar a comparação entre as três formulações preparadas, a formulação com maior quantidade do extrato, apresentou maior percentual proteico. Dessa forma, fica confirmado que o preparo do extrato concentrou as proteínas das folhas de batata-doce e que a incorporação desse extrato, à massa do macarrão, contribuiu para o enriquecimento proteico, apresentando-se como uma estratégia eficaz para o aproveitamento tecnológico de partes negligenciadas das plantas.

Palavras-chave: batata-doce; extrato; valor nutricional; macarrão

INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) consiste em uma das hortaliças mais consumidas a nível mundial e nacional, sendo a sexta cultura alimentar mais implementada no mundo e contribuindo, dessa forma, para os âmbitos econômico e social (1, 2). Além disso, é caracterizada como um alimento de grande versatilidade, podendo ser consumida de diversas maneiras, como assada, cozida, na forma de purê, e podendo também ser implementada em variadas receitas (2, 11).

A parte mais consumida da batata-doce consiste na raiz, que é um alimento rico em nutrientes como, por exemplo, carboidratos complexos e fibras, além de ser uma boa fonte de vitaminas e minerais (1, 4). Entretanto, outros componentes da planta são descartados, como as folhas e os galhos, porém estes também possuem diversos compostos bioativos, sendo consumidos em diversos países do mundo, especialmente os integrantes dos

continentes africano, asiático e nas ilhas do Oceano Pacífico, contribuindo para o aumento da disponibilidade de alimentos nesses países (1, 4).

Quando comparadas com outros vegetais folhosos, as folhas da batata-doce possuem maior quantidade de proteínas (1). Em termos quantitativos, o valor de proteínas presente nas folhas, correspondente a 2,99 %, também é maior que os valores encontrados na própria raiz, a qual possui 1,28-2,00 % (5). Entretanto, além do seu valor nutricional, os resíduos da batata-doce, como as folhas, possuem pigmentos que podem ser extraídos e utilizados em diversos produtos alimentícios (6).

As folhas da batata-doce estão incluídas no grupo das plantas alimentícias não convencionais (PANCs) (14), que são caracterizadas como espécies de origem espontânea ou cultivadas, nativas ou exóticas cujas flores, folhas, caule, pólen ou raízes são comestíveis, mas não são popularmente utilizadas na alimentação humana. As PANC são uma excelente opção para diversificação do cardápio alimentar diário, posto que são ricas nutricionalmente e facilmente encontradas no meio ambiente (3, 9, 14).

As folhas da batata-doce também têm sido utilizadas como estudos na pesquisa experimental utilizando-se ratos da linhagem Wistar machos para observar os efeitos da suplementação com farinha de folha de batata-doce biofortificada sobre o metabolismo, adiposidade e estresse oxidativo. E os resultados observados no estudo evidenciam benefícios para os animais suplementados, como menor peso e menor volume adipocitário na gordura visceral com redução do colesterol-VLDL, concluindo assim que estas folhas apresentam propriedades anti-inflamatórias, expressa na redução no perfil lipídico e redução do acúmulo de gordura nos adipócitos destes animais suplementados (18).

Segundo informações da FAO, em 2019 cerca de 17% dos alimentos disponíveis para consumo humano foram descartados, o que leva a diversas consequências negativas, tanto a nível econômico, quanto no contexto ambiental e social (2, 13). Nesse sentido, a utilização integral de alimentos, como da batata-doce, auxilia na redução dos impactos ambientais, bem como pode proporcionar a elaboração de novos produtos alimentícios, contribuindo para a inovação da indústria de alimentos (2). A tecnologia de alimentos pode ser definida como a aplicação da ciência, métodos e técnicas visando a produção, processamento, embalagem, distribuição e utilização dos alimentos, podendo ser utilizada visando a elaboração de novos produtos seguindo as tendências e necessidades do mercado consumidor (7).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho consistiu na elaboração de um macarrão massa fresca de batata-doce adicionado do extrato da folha de batata-doce visando analisar a influência deste extrato na coloração e no percentual proteico do produto final.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da matéria-prima

Foram utilizadas batatas-doces (*Ipomoea batatas* L.) de coloração branca, adquiridas em feira localizada no município de Vitória de Santo Antão/PE. As folhas da batata-doce foram cedidas pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), unidade de Vitória de Santo Antão/PE.

Obtenção do extrato da folha da batata-doce

O início do processo ocorreu com a recepção das folhas da batata-doce. Após essa etapa, houve a seleção manual das mesmas, com o objetivo de descartar aquelas que apresentavam danos, como cortes e/ou perfurações, ou a presença de algum inseto, sendo selecionadas as folhas em bom estado de preservação. Em seguida, foi realizada a etapa de higienização, primeiramente em água corrente, visando retirar as sujidades superficiais para, em sequência, ocorrer a sanitização. Para este processo adotou-se a proporção de uma colher de sopa de sanitizante para cada litro de água. Nesse contexto, as folhas foram imersas durante 15 minutos na solução de água clorada, sendo realizado o enxágue em água corrente logo em seguida.

Após os procedimentos descritos, as folhas foram submetidas a um processo de cozimento em água durante 30 minutos. Após essa cocção, foi realizada a etapa de trituração com o auxílio de um liquidificador até a obtenção de uma mistura homogênea. Ao final do processamento, houve o resfriamento do produto em temperatura ambiente para, em seguida, ser realizado o acondicionamento do mesmo em um recipiente de vidro, o qual foi armazenado em refrigeração sob temperatura de 8° C durante 12 - 24h, visando auxiliar na conservação do extrato. Com base nesse processo, foi realizada a elaboração de um fluxograma (Figura 1), visando facilitar a visualização das etapas.

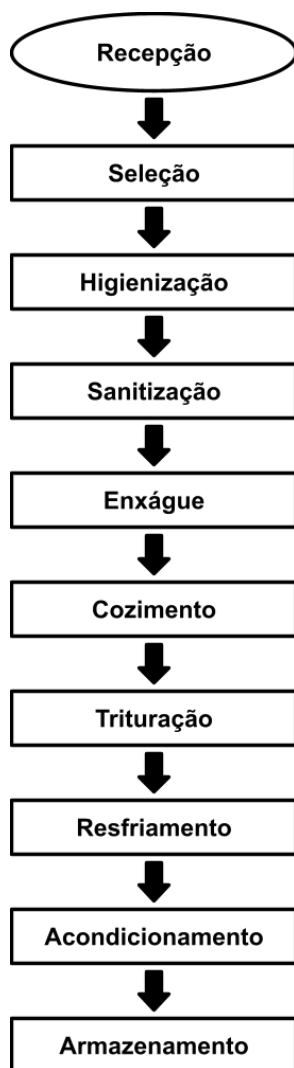


Figura 1 – Fluxograma da obtenção do extrato da folha da batata-doce

Definição das formulações

Inicialmente foram definidas três formulações distintas, sendo enumeradas como F1, F2 e F3. Para as formulações F1 e F2, utilizou-se a batata-doce cozida, a farinha de trigo e o extrato obtido da folha da batata-doce, visando obter diferentes concentrações do extrato e, posteriormente, se realizar a comparação entre a coloração das massas. Para a terceira formulação não houve utilização do extrato, sendo considerada como grupo controle. As concentrações são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Formulações das massas para o preparo do macarrão de batata-doce.

	Formulação 1	Formulação 2	Formulação 3
	(%)	(%)	(%)
Batata-doce	40	30	60
Farinha de trigo	45	45	40
Extrato	15	25	-

Preparo das formulações

Para preparar as massas, primeiramente houve a higienização e sanitização das batatas-doces, as quais foram imersas em solução clorada durante 15 minutos e posterior enxágue em água corrente. Em seguida, as batatas foram cortadas em pedaços, ainda com a casca, sendo postas para cocção durante 30 minutos. Logo após a obtenção do ponto de cozimento, as batatas foram trituradas com o auxílio de um multiprocessador, visando a obtenção de uma mistura homogênea que foi dividida em três partes, tendo como base as quantidades definidas para as formulações.

A mistura dos ingredientes das formulações obedeceu uma ordem: 1) batata-doce; 2) farinha de trigo; e 3) extrato da folha, quando aplicado. Em seguida, cada formulação foi passada em laminador e em cortador de macarrão, obtendo-se tiras finas de massa, que foram polvilhadas na farinha de trigo para evitar que grudassem. A cocção das massas ocorreu em um tempo médio de 9 minutos cada, sendo retiradas porções de 100 g de cada formulação. A partir desse processo, foi realizada a elaboração de um fluxograma (Figura 2), permitindo a visualização das etapas.



Figura 2 – Fluxograma do preparo e cocção do macarrão de batata-doce

Análises químicas

Foram separadas amostras das formulações preparadas e cozidas, do extrato e das folhas da batata-doce, cujas quantidades são descritas na Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidades das amostras para análise

Item	Quantidade (g)
Formulação 1 (cozida)	100

Formulação 2 (cozida)	100
Formulação 3 (cozida)	100
Extrato	150
Folhas da batata-doce	50

A partir dessas amostras, foram realizados testes de proteínas utilizando o método clássico de Kjeldahl conforme o Instituto Adolfo Lutz (8), visando a análise e comparação do percentual proteico presente nas amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos experimentos realizados foi possível constatar que as massas do macarrão de batata-doce obtidas apresentaram-se firmes, mantendo essa característica tanto para o macarrão cru quanto o cozido. As colorações esverdeadas nos macarrões de batata-doce também se mantiveram presentes e intensas antes e após o cozimento. Quanto à presença de proteínas nas folhas da batata doce, foi constatada uma concentração significativa que pode ser utilizada como estratégia para enriquecer preparações, como o macarrão, a partir da utilização do extrato visto que nesse a concentração proteica é maior.



Figura 3 – Formulações F3, F1 e F2 do macarrão de batata-doce cozido

A elaboração da massa do macarrão utilizando-se apenas batata-doce cozida e farinha de trigo apresentou a firmeza necessária tanto para o macarrão cru quanto o cozido. Sendo assim, esta preparação não apresentou limitação quanto a firmeza da massa, mas sim mostrou-se estável, principalmente as formulações F1 e F3, posto que a formulação F2 recebeu mais extrato o que resultou em uma massa um pouco mais maleável e quebradiça, mas ainda moderadamente firme. Esse resultado diverge de alguns estudos como o de Moro et al. (2012) que elaboraram um macarrão à base da batata-doce com alguns outros ingredientes e evidenciaram a falta de firmeza no produto, apresentando a característica de ser quebradiço e isto resultou em uma baixa aceitação pelos voluntários que realizaram a

análise sensorial (12). A obtenção de uma massa mais estável para o preparo do macarrão pode se justificar pela utilização da batata-doce cozida, visto que outros estudos como o de Siciliano et al. (2010) utilizaram a farinha da batata-doce e o de Leite (2019) utilizou uma mistura de farinhas (9, 12, 19, 20).

Após o cozimento, foi possível notar uma diferença sutil de coloração entre as formulações F1 e F2, que pode ser visualizada na Figura 3. Conforme observado, a formulação F2 apresentou uma coloração esverdeada mais evidente, o que pode ser explicado pela maior quantidade de extrato utilizado nessa formulação. A presença da cor verde pode ser atribuída à clorofila, que corresponde ao principal pigmento presente nas folhas das plantas, incluindo as da batata-doce, e que pode ser utilizada como corante natural, além de poder atuar no organismo como antioxidante, desintoxicante e apresentar potencial anticancerígeno (16, 17).

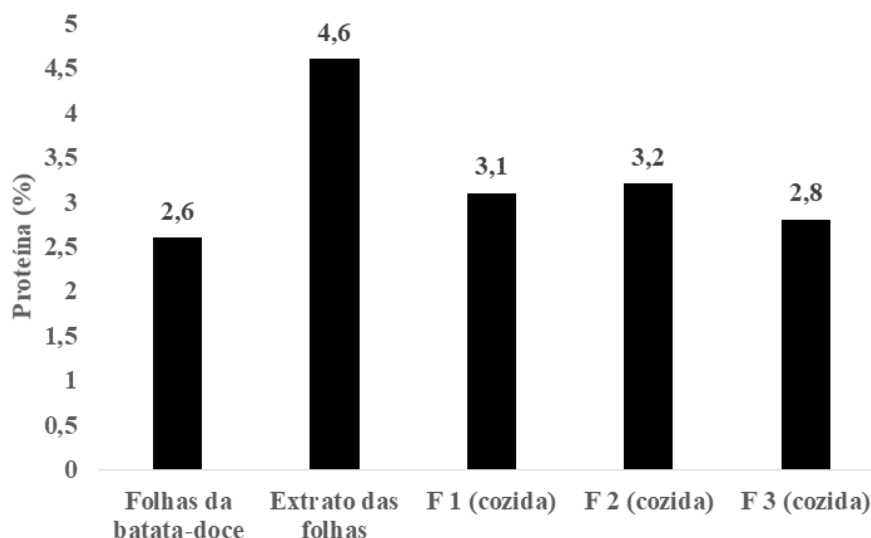


Figura 4 – Concentração de proteína na folha de batata-doce, no extrato das folhas de batata-doce e nos macarrões preparados e cozidos.

A análise do percentual de proteínas foi realizada em duplicata e, em seguida, obteve-se a média dos resultados encontrados, que estão demonstrados na Figura 4. Primeiramente, tem-se que o valor proteico obtido das folhas da batata-doce foi de 2,6%, em média. Esse quantitativo fica próximo aos resultados obtidos por Sun et al. (2014), que foi de 2,99% (20). Ainda, as análises demonstraram que o extrato das folhas apresentou um valor proteico superior (4,6%) quando comparado com as demais amostras.

Por outro lado, a comparação entre as três formulações de macarrão preparadas e cozidas, percebe-se que a formulação F2, elaborada com maior quantidade do extrato, apresentou maior percentual proteico, seguida pelas formulações F1 e F3, respectivamente. A partir desses dados pode-se afirmar que a adição do extrato contribui para o aumento da concentração proteica do macarrão.

CONCLUSÕES

A análise dos resultados demonstrou que o macarrão apresentou uma característica firme, o que é um fator importante para o aspecto sensorial do produto. Também foi visto que a quantidade de extrato utilizado influencia na coloração do produto, porém também influencia no teor proteico do mesmo. Com base na comparação entre as diferentes análises realizadas, foi visto que as folhas da batata-doce possuem um teor significativo de proteínas, fator que contribuiu para o enriquecimento do macarrão, se apresentando como uma estratégia eficaz.

Apesar de serem bastante negligenciadas pelo sistema alimentar dominante, as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) são uma excelente opção na busca por alternativas alimentares mais saudáveis e sustentáveis. Desse modo, ao incorporar as folhas da batata-doce em um macarrão, há a contribuição para a construção de sistemas alimentares mais saudáveis, visto que estas plantas são uma excelente fonte de nutrientes, se tornando uma ótima solução para sanar as demandas por alimentos mais nutritivos, além de atuarem na valorização da biodiversidade.

A escassez de pesquisas deve ser considerada visando o aprimoramento de estudos futuros. Primeiramente, é importante notar a ausência de análises sensoriais, o que limitou a compreensão da qualidade organoléptica do macarrão desenvolvido, visto que características como sabor e textura são importantes para a boa aceitação de um produto.

REFERÊNCIAS

1. Alam MK. A comprehensive review of sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam): Revisiting the associated health benefits. *Trends Food Sci Technol*. 2021;115:512-529.
2. Basílio LSP, Silva ACAF, Monteiro GC, Vargas PF, Vianello F, Lima GPP. Pluralidade da batata-doce do campo à mesa: uma revisão narrativa [Internet]. São Paulo: Editora Científica Digital; 2022 [acesso em 5 Out 2023]. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220107403.pdf>
3. Biondo E, Fleck M, Kolchinski, Sant'anna V, Polesi RG. Diversidade e potencial de utilização de plantas alimentícias não convencionais no Vale do Taquari, RS. *Rev Elet Cien UERGS*. 2018;4:61-90.
4. Cartabiano-Leite CE, Porcu OM, Casas AF. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam) nutritional potential and social relevance: a review. *Int J Eng Res Appl*. 2020;10:23-40.
5. Fagundes ME. Caracterização físico-química e de compostos bioativos de folhas de batata-doce comum e biofortificada (*Ipomea batatas* L.) [dissertação]. Francisco Beltrão: Universidade Estadual do Oeste do Paraná; 2020.
6. Freitas RS. Avanços da pesquisa sobre o amido da batata-doce (*Ipomoeas batatas*) na perspectiva da ciência e tecnologia de alimentos [monografia]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2021.

7. Gava AJ. Tecnologia de alimentos. NBL Editora; 2017.
8. Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos de composição dos alimentos. 3 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008;
9. Leite JF. Desenvolvimento de macarrão misto de farinha de casca de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) e farinha de trigo (*Triticum durum*) [dissertação]. Palmas: Universidade Federal do Tocantins; 2019.
10. Liberato PS, Lima DVT, Silva GMB. PANCs - Plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. *Env Smo*. 2019;2:102-111.
11. Lima MAA, Ferreira ME, Sánchez C. Batata-doce. *Rev Ciênc Elem*. 2023;11:018.
12. Moro TMA, Silva CCO, Siciliano I, Moura LSM, Carvalho JLV, Nutti MR et al. Perfil sensorial e aceitação pelo consumidor de massa alimentícia à base de farinha de batata-doce de polpa alaranjada. In: Anais da 4ª Reunião de Biofortificação no Brasil; 2011; Teresina, Brasil. Teresina: Embrapa; 2011.
13. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. ONU: 17% de todos os alimentos disponíveis para consumo são desperdiçados [Internet]. 2021 [Acesso em 5 Out 2023]. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1379033>
14. Pereira EF, Moraes IFV, Miranda SBL. Plantas alimentícias não convencionais: a importância e seu uso na alimentação brasileira. *Aprend Ciên*. 2021;10:36-42.
15. Ribeiro TPS, Durigan MFB. Produtos alimentícios a base de cubiu (*Solanum Sessiliflorum* Dunal) como oportunidade a agroindústria. *Rev Amb Ges Des*. 2018;11:1-5.
16. Ribeiro VPR. Caracterização físico-química das folhas de batata-doce ‘BRS Anhembé’ e ‘BRS Cotinha’ para uso na alimentação humana [monografia]. Pato de Minas: Universidade Federal de Uberlândia; 2023.
17. Rocha DS, Reed E. Pigmentos naturais em alimentos e sua importância para a saúde. *Estudos*. 2014;41:76-85.
18. Sawazaki EKM. Efeitos positivos da suplementação com farinha de folha de batata-doce biofortificada sobre o metabolismo, adiposidade e estresse oxidativo em ratos Wistar machos [dissertação]. Francisco Beltrão: Universidade Estadual do Paraná; 2020.
19. Siciliano I, Freitas DGC, Moro TMA, Carvalho JLV, Nutti MR. Preferência de massa alimentícia formulada com farinha de batata-doce de polpa alaranjada e arroz. In: 22º



Congresso Brasileiro de ciência e Tecnologia de Alimentos; 2010; Salvador, Brasil.
Salvador: Embrapa; 2010.

20. Sun H, Mu T, Xi L, Zhang M, Chen J. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. Food Chem. 2014;156:380-389.

ANÁLISE DO USO E CARACTERÍSTICAS DA APLICAÇÃO DE INULINA PARA FORMULAÇÃO DE SORVETES PREBIÓTICOS

João Paulo Alves Marinho¹; Krause Gonçalves Silveira Albuquerque²; Adamirely Bezerra de Melo³; Mateus Ribeiro Costa⁴; Gerla Castello Branco Chinelate⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE,
joaopauloeng.aliment@gmail.com

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE,
albuquerque.k.g.s@gmail.com

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE,
adamirelybezerra@gmail.com

⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE,
mateusribeiro123@gmail.com

⁵Docente do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE,
gerla.chinelate@ufape.edu.br

Resumo: O sorvete é uma sobremesa de grande consumo, tanto nacionalmente, como mundialmente, seja em países de clima tropical ou países de clima frio, por ser um produto popular, o sorvete pode ser um veículo para prover a boa saúde, devido a aplicação de prebióticos e probióticos em sua formulação, o tornando um alimento funcional. Os alimentos funcionais são produtos, que ao serem consumidos, produzem alguns efeitos metabólicos e fisiológicos no organismo, além de prover as suas funções nutricionais. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura sobre prebióticos, com foco na inulina, e a aplicação em sorvetes. A inulina é classificada como prebiótico, carboidrato polidisperso, constituído de subunidades de frutose (2 a 150), ligadas entre si, e a uma glicose terminal, pode ser aplicada em produtos lácteos, carnes, sucos e derivados de cereais. Devido a suas propriedades, a inulina pode ser utilizada para reduzir o uso de açúcares e gorduras na formulação de novos produtos, ao ser aplicada na elaboração de sorvetes, a inulina favorece a incorporação de ar, qualidade desejável no produto.

Palavras-chave: Alimentos funcionais; Fibras alimentares; Gelados comestíveis; Inovação; Saúde.

INTRODUÇÃO

O sorvete é uma sobremesa amplamente consumida pelo brasileiro, tendo seu consumo logo após as refeições, em momentos de recreação e encontro com amigos e familiares. Devido a sua popularidade, o sorvete pode ser um veículo para uma boa saúde, devido a aplicação de prebióticos em sua formulação, o tornando um alimento funcional.

Os prebióticos são componentes alimentares, não digeríveis pelas enzimas digestivas, não absorvíveis pela mucosa intestinal e com a capacidade de selecionar as

espécies bacterianas benéficas. O sucesso dos prebióticos depende da sua não hidrolização pelas enzimas digestivas, que permitem chegar intactos ao intestino. A principal ação dos prebióticos é estimular o crescimento e/ou ativar o metabolismo de grupos de bactérias benéficas do trato intestinal (1).

Segundo a Agência Brasileira de Vigilância Sanitária - ANVISA (2), Gelados Comestíveis são produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem 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 tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo e é classificado como sorvete, os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias primas alimentares e nos quais os teores de gordura e ou proteína são total ou parcialmente de origem não láctea.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria e do Setor de Sorvetes - ABIS (3), o consumo nacional foi de 1.036 milhões de litros de sorvete e gelatos no ano de 2022, sendo o consumo per capita/ano de 4,99 litros, um aumento significativo quando comparado com 2021, onde o consumo per capita/ano foi de 4,73 litros. Ainda segundo a ABIS (3) o setor tem faturamento acima dos R\$14 bilhões por ano, contando com 11 mil empresas ligadas ao setor de gelatos e sorvetes.

O objetivo deste trabalho foi elaborar uma revisão de literatura, do tipo narrativa, sobre prebióticos, com foco na inulina e suas aplicações para produção de sorvetes.

ALIMENTOS FUNCIONAIS

Os alimentos funcionais são aqueles que ao serem consumidos nas dietas, além das suas funções nutricionais, produzem alguns efeitos metabólicos e fisiológicos no organismo (4). No que se refere a esses alimentos, é importante salientar que eles não curam doenças, apenas previnem seu aparecimento e caso isso aconteça ajudam o organismo a combatê-las de maneira mais eficaz. Estes não devem ser utilizados como remédios, mas sim incorporados numa dieta para que possam ser consumidos diariamente, ajudando o organismo a se fortalecer (4).

Os alimentos funcionais podem ser classificados em três grupos, alimentos prebióticos, probióticos e simbióticos. Os alimentos prebióticos são alimentos que fornecem um substrato que é utilizado pela microbiota benéfica ao organismo como fonte de alimento, assim, tendo o crescimento microbiano que traga benefícios à saúde do hospedeiro. Os alimentos probióticos são alimentos que tem em sua composição a presença de microrganismo, esses microrganismos são benéficos a saúde do hospedeiro. E os alimentos simbióticos são a junção desses dois primeiros grupos, contendo características prebióticas e probióticas.

No que diz respeito à legislação, no Brasil o termo utilizado na legislação é alegações funcionais, a portaria nº 398, de 30 de Abril de 1999, estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e/ou de saúde alegadas em rotulagem de

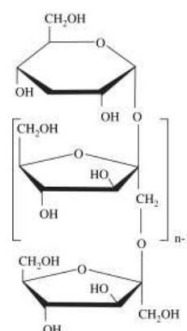
alimentos (5), e a RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002 estabelece o regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedades funcional e ou de saúde (6).

CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÃO DA INULINA

Os prebióticos foram introduzidos em 1953, e são definidos como sendo ingredientes alimentares que são os principais substratos de crescimento dos microrganismos dos intestinos, não digeridos no intestino delgado que, ao atingir o intestino grosso, são metabolizados seletivamente por um número limitado de bactérias denominadas benéficas, as quais alteram a microbiota do cólon gerando uma microbiota bacteriana saudável, auxiliando-a em seu crescimento e metabolismo através da competição pelo alimento probiótico que favorece a proliferação das bactérias benéficas, principalmente os lactobacilos e as bifidobactérias, induzindo assim efeitos fisiológicos importantes para a saúde (7).

A inulina é um carboidrato polidisperso, constituído de subunidades de frutose (2 a 150), ligadas entre si, e a uma glicose terminal, apresentando um grau médio de polimerização de 10 ou mais (8).

Figura 1- Fórmula estrutural básica da inulina



Fonte: Phillips e Williams (9)

A inulina extraída de plantas, após a secagem, apresenta-se como um pó branco, amorfo, higroscópico, com odor e sabor neutros, devido ao fato de apresentar cadeia maior, a inulina é menos solúvel que a oligofrutoses e tem a habilidade de formar microcristais de inulina quando misturada em água ou leite, porém esses microcristais não são percebidos na boca, mas interagem para formar uma textura finamente cremosa que promovem na boca uma sensação semelhante ao da gordura (10). Ao contrário de algumas outras fibras alimentares, a inulina não possui “gosto estranho”. Quando incorporada em água ou leite, ela tem a capacidade de formar microcristais que são quase imperceptíveis na boca, contribuindo para proporcionar uma textura suave e cremosa (11).

A inulina apresenta uma versatilidade em relação a sua aplicação em produtos alimentícios, sendo adicionada principalmente em produtos cárneos, lácteos e derivados de

cereais, na tabela 1 é possível visualizar um compilado de estudos relacionados à aplicação de insulina em alimentos.

Tabela 1 - Estudos realizados sobre elaboração de produtos adicionados de inulina.

Estudos	Percentual de inulina (%)	Referências
Elaboração de salsichas de frango com redução de gordura e adição de inulina	2,5 e 5,0	(12)
Efeitos da adição de frutanos tipo inulina nas características e físico-química e sensorial de néctar misto	4,54	(13)
Aplicação de inulina e sucralose em iogurte	3,0; 6,0; 9,0 e 12	(14)
Adição de inulina em bolo de chá verde: análise físico-química e aceitabilidade sensorial entre crianças	6,7	(15)
Aplicação do probiótico <i>Bifidobacterium animalis</i> subsp. <i>Lactis</i> (BB-12) e o prebiótico inulina em um produto cárneo tipo copa suína com alegação funcional	2,0	(16)
Desenvolvimento de biscoito tipo cracker adicionado de inulina: Aceitação sensorial e avaliação físico-química	0,5; 1,0; 1,5 e 2,0	(17)

Fonte: A Tabela foi organizada pelos autores a partir da compilação de diferentes estudos disponíveis na literatura.

Em seu estudo, Araujo (12) realizou a aplicação da inulina com o objetivo de realizar a substituição parcial ou total da gordura no processo de elaboração do produto, foram realizadas três formulações, a primeira com 0% de inulina e 5% de gordura, a segunda com 2,5% de inulina e 2,5% de gordura, e em sua última formulação, 5% de inulina e 0% de gordura, os resultados obtidos demonstraram que os produtos que tiveram adição de inulina, houve melhora na qualidade do produto, tendo um aumento no teor de fibra alimentar, sem alterar os teores de umidade, pH, cor e atividade de água, e obteve boa aceitação sensorial. No estudo (16) os produtos obtidos também não apresentaram diferenças nas características físico-químicas, estando de acordo com o padrão exigido na legislação.

No estudo de Dal Dantas (15), tem-se a aplicação de inulina e a redução da adição de açúcar, ao todo foram cinco formulações, onde primeira formulação, a padrão, com 0% de inulina e 12% de açúcar cristal, e a última formulação com 12% de inulina e 0% de açúcar cristal, os resultados obtidos demonstraram que a formulação quatro, com adição de 9% de

inulina e 3% de açúcar cristal foi a que obteve aceitação semelhante a da formulação um (padrão), sendo que o produto obtido na formulação quatro teve redução de 75% de açúcar, apresentou um aumento no teor de fibras, e houve redução no teor calórico e umidade, quando comparada com a padrão. O estudo (17) tem a mesma proposta do estudo (15), redução do teor de açúcar, só que os resultados obtidos na análise sensorial a formulação melhor avaliada foi a que apresentou redução total de açúcar, formulação com adição com 2,0% de inulina, contudo, o valor nutricional do alimento, com exceção do aumento do teor de fibra, não houve alterações.

USO DE ILUNA NA ELABORAÇÃO DE SORVETES

O sorvete é uma emulsão coloidal complexa contendo glóbulos de gordura, proteínas, bolhas de ar e cristais de gelo dispersos em uma fase aquosa constituída por uma solução concentrada de açúcares, adicionado de emulsificante, estabilizante e aromatizante (18)(19). As etapas de elaboração do sorvete podem ser observadas na figura 2.



Figura 2. Fluxograma do processamento de sorvetes prebióticos (20)

O sorvete é classificado como um gelado comestível pela a legislação brasileira, sendo regulamentado pela a portaria N° 379, de 26 de Abril de 1999, que estabelece o regulamento técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. Podendo ser classificados em relação a composição básica, tendo três classes de sorvetes, a primeira são os os sorvetes de creme, são aqueles elaborados basicamente com leite e/ou derivados lácteos e/ou gorduras comestíveis, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares, a segunda os sorvetes de leite, que são elaborados basicamente com leite e/ou derivados lácteos, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares e por último os sorvetes, que são elaborados basicamente com leite e/ou derivados lácteos e/ou outras matérias primas

alimentares e nos quais os teores de gordura e ou proteína são total ou parcialmente de origem não láctea, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares (21). Na tabela 2 são apresentados estudos sobre aplicação da inulina na elaboração de sorvetes.

Tabela 2 - Estudos realizados sobre elaboração de sorvetes adicionados de inulina.

Estudos	Percentual de inulina (%)	Referências
Sorvete funcional de alto teor proteico com ora-pro-nóbis e inulina	3,0 e 6,0	(22)
Elaboração e caracterização de sorvete funcional de hibisco com inulina e sem lactose	3,0 e 6,0	(23)
Desenvolvimento, caracterização físico-química e aceitação sensorial de sorvete a base de isolado protéico de soro de leite	5,6	(24)
Sorvetes de chocolate simbiótico de baixa caloria: análise tempo-intensidade múltipla e estudo de preferência	6,7	(25)

Fonte: A Tabela foi organizada pelos autores a partir da compilação de diferentes estudos disponíveis na literatura.

Em seu estudo, Ferrari (23) realizou a elaboração de sorvetes com duas diferentes concentrações de inulina, 3 e 6%, os resultados obtidos demonstraram que as formulações não apresentavam diferenças significativas entre si quanto às características físico-químicas, o autor concluiu que as formulações atendem às especificações técnicas e microbiológicas da legislação brasileira e foram aceitos sensorialmente.

Santos (22) fez a adição de inulina em duas concentrações, 3 e 6%, os resultados físico-químicos, com exceção da umidade, não tiveram diferença entre as duas formulações, o autor atribui a diferença entre as umidades, a concentração de inulina, devido a sua propriedade higroscópica, contribuindo assim para o aumento da absorção de água, outro ponto a ser ressaltado foi a capacidade de incorporação de ar e a taxa de descongelamento, foi observado que a formulação com adição de 6% de inulina apresentou uma maior capacidade de incorporação de ar e menor taxa de derretimento, quando comparada com a formulação com adição de 3%, isso se deve a maior concentração de inulina, que confere corpo aos produtos, aumenta a viscosidade e possibilita maior incorporação de ar, esse aumento de viscosidade, possibilita também uma maior formação de géis, o que faz com que a taxa de derretimento do sorvete seja menor.

MERCADO DA INDÚSTRIA DO SORVETE E PERSPECTIVAS FUTURAS

O mercado da indústria sorvetes e gelatos, como ocorreu com diversos setores da economia, sofreu um queda no consumo de seus produtos, em dados divulgados pela a ABIS (3), o consumo brasileiro em milhões de litros vinha em uma crescente nos anos de 2018 e 2019, registrado um consumo de 1.099 milhões de litros e 1.107 milhões de litros respectivamente, contudo no ano de 2020, com o advento da pandemia do covid-19, teve-se uma redução nesses números, registrando no ano de 2020 uma queda, registrando 1.055 milhões de litros consumidos, uma queda de aproximadamente de 4,70%, o mesmo ocorreu em 2021, tendo consumo de 1.006 milhões de litros, contudo, desde o ano de 2022 o setor vem apresentando uma recuperação, tendo um aumento no consumo para 1.036 milhões de litros. O mesmo fenômeno ocorreu para o consumo per capita em litros/ano, em 2018 o consumo foi de 5,20 litros, no ano de 2019 5,27 litros, já em 2020, ano de pandemia, o consumo caiu para 4,98 litros, a queda contínuo em 2021, atingindo 4,73 litros, porém no ano de 2022 apresentou um aumento significativa para 4,99 litros.

Ainda segundo a ABIS (3) a região com mais consumidores de sorvete se encontra no sudeste do país, com 52% do mercado, em seguida vem o nordeste com 19%, em seguida vem o sul, centro-oeste e norte, sendo responsáveis, respectivamente por 15%, 9% e 5% do mercado.

A indústria de sorvete, como demonstrado nos dados cedidos pela a ABIS, vinha numa crescente e tende a ter uma recuperação rápida no cenário pós pandemia, como demonstrado pelo os dados de 2022, para um setor que movimenta mais de R\$ 14 bilhões de reais, que gera mais de 100 mil empregos diretos, se torna um setor importante para a economia, e também atrativo para inovações que visem melhorar e agregar valor aos seus produtos.

ACEITABILIDADE DE SORVETES PREBIÓTICOS

Uma preocupação em relação aos sorvetes prebióticos é a aceitação do produto pelo o consumidor, alguns estudos de análise sensorial de sorvetes prebióticos trazem dados animadores em relação a essa preocupação.

Salomão (27) em seu projeto final de curso, intitulado “Elaboração de Sorvete de Morango com características probióticas e prebióticas” realizou a adição de inulina na elaboração do sorvete, e realizou análise sensorial de escala hedônica de 9 pontos, os provadores puderam avaliar os atributos de aparência, sabor, cor, aroma e consistência do sorvete de morango, os resultados obtidos para o atributo da aparência, a média dos valores apresentados corresponderam à referência “gostei muito”, já os atributos sabor, aroma e consistência ficaram classificados entre “gostei moderadamente” e “gostei muito”.

Melo (28) em seu trabalho “Sorvete de umbu e mangaba com propriedade funcional: processamento e caracterização”, elaborou sorvetes simbióticos, contendo prebióticos e probióticos na sua formulação, o prebiótico utilizado por ele foi o FOS, ao total foi elaborado quatro formulações, porém o FOS foi adicionado somente nas formulações F2,F3,F4. A análise sensorial realizada por Melo (28) foi de aceitabilidade e intenção de compra, no que

se refere à à escala hedônica, as formulações de sorvete ficaram entre gostei ligeiramente (6) e gostei muito (8), já as formulações 1, 3 e 4 demonstraram a mesma intenção de compra, assim como a F2, F3 e F4, apresentando uma escala entre talvez comprasse, talvez não comprasse (3) à provavelmente compraria (4). Melo conclui que a adição de probióticos e FOS ao sorvete não interferiu a aceitação sensorial e intenção de compra, e sim a adição da polpa de fruta às formulações.

Seolin (29) em seu trabalho “SUBSTITUIÇÃO DE SACAROSE POR FRUTOOLIGOSSACARÍDEO EM SORVETE” elaborou duas formulações, denominadas amostra A e amostra B, na amostra A houve a substituição de 50% da sacarose por FOS, na Amostra B houve a substituição completa da sacarose, ou seja, 100% de FOS. Seolin utilizou uma escala hedônica modificada de 0-100 (0=desgostei muito mais que imaginava e 100=gostei muito mais que imaginava), os resultados obtidos demonstraram que a amostra A obteve uma maior aceitabilidade em relação a amostra B, porém ambas as amostra foram bem aceitas, variando entre “gostei ligeiramente” e “gostei extremamente”.

CONCLUSÕES

De forma geral, a partir dos estudos analisados, foi possível identificar que há uma gama de possibilidades para a aplicação da inulina no segmento da indústria de alimentos, onde a mesma pode ser incorporada a produtos cárneos, lácteos, derivados de cereais e sucos. Isso se dá por conta da sua capacidade adoçante e propriedades que ao paladar são semelhantes a gordura, pode ser utilizada para substituir esses componentes em formulações de novos produtos, e por ser uma fibra solúvel, ao ser adicionada aos alimentos, a inulina eleva o teor de fibras do mesmo, além de possuir características prebióticas, o que torna os produtos potencialmente funcionais.

Ao ser adicionada na elaboração de sorvete, a inulina possibilita uma maior incorporação de ar, aumento de viscosidade e diminuição da taxa de derretimento, além de nutricionalmente elevar o teor de fibras, diminuir os teores de açúcar e gordura nas formulações, tornando o produto saudável e potencialmente funcional. Além disso, a análise do mercado de sorvetes aponta que, mesmo após desafios como a pandemia, esse setor continua em crescimento. O que representa uma oportunidade econômica, em um mercado que movimenta bilhões anualmente.

REFERÊNCIAS

1. Brito, Johnny Martins de et al. Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não-ruminantes - Revisão Artigo 205 - Volume 10 - Número 04 – p. 2525 – 2545 – Julho-Agosto/2013
2. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 379, de 26 de Abril de 1999.

3. ABIS. Setor de Sorvetes. 2023 [acesso em 18 de Out de 2023]. Disponível em: <https://www.abis.com.br/mercado/>
4. Vidal, Andressa Meirelles et al. A Ingestão de Alimentos Funcionais e sua contribuição para a Diminuição da Incidência de Doenças. Cadernos de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde | Aracaju | v. 1 | n.15 | p. 43-52 | out. 2012 [acesso em 18 de Out de 2023]. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernobiologicas/article/view/284/112>
5. Brasil. Portaria nº 15, de 30 de abril de 1999.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 de 1999.
6. Brasil, RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002. Regulamento Técnico de Substância Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e/ou de Saúde. Diário oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 17 de julho de 2002.
7. Raizel, Raquel et al. Efeitos do consumo de probióticos, prebióticos e simbióticos para o organismo humano.Revista Ciência & Saúde, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 66-74, jul./dez. 2011
8. Saad, Susana Marta Isay. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences vol. 42, n. 1, jan./mar., 2006.
9. Phillips, G. O.; Williams, P. A. Handbook of Hydrocolloids. [s.l.] Woodhead Pub, 2ª ed, 2009, 948p.
10. Haully, M. C. de O. et al. Inulina e Oligofrutoses: uma revisão sobre propriedades funcionais, efeito prebiótico e importância na indústria de alimentos.Semina: Ciências Exatas e Tecnológica, Londrina, v. 23, n. 1, p. 105-118, dez. 2002
11. Fernandes, Janaina Gonçalves. Produção, caracterização e estabilidade de óleo de abacate microencapsulado usando goma arábica e inulina. 82 p.Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2020.
12. Araujo, C. D. L., Costa, G. F., Oliveira, F. L. N., & Azerêdo, G. A. (2021). Elaboration of chicken sausages with fat reduction and inulin addition. Brazilian Journal of Food Technology, 24, e2019334.DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.33419>.
13. Rego, I. Y. T et al. .Efeitos da adição de frutanos tipo inulina nas características e físico-química e sensorial de néctar misto. HOLOS, Ano 38, v.1, e13727, 2022.

14. Bortolozzo, E. Q. E; Quadros, M. H. R. Aplicação de Inulina e Sucralose em Iogurte. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. Paraná, v. 01, n. 01: p. 37-47, 2007
15. Dal Dantas, Michele et al. Adição de inulina em bolo de chá verde: análise físico-química e aceitabilidade sensorial entre crianças *Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações*, v. 14, n. 2, p. 93-105, ago./dez. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v14i2.2612>
16. Campos, Talita Aparecida Ferreira de et al. Aplicação do probiótico *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis* (BB-12) e o prebiótico inulina em um produto cárneo tipo copa suína com alegação funcional. *TECNOLOGIA E MICROBIOLOGIA SOB A PERSPECTIVA DA SEGURANÇA DOS ALIMENTOS*. v. 4, 57-74. 31/10/2021. Doi: 10.37885/210906082
17. Santos, Kétilin Ariane. Desenvolvimento de biscoito tipo cracker adicionado de inulina: Aceitação sensorial e avaliação físico-química. *Rev. Bras. Pesq. Saúde, Vitória*, 17(3): 14-22, jul-set, 2015.
18. Clarke, C. The science of ice cream. *Chemistry and Industry*, London, v. 24, n. 19, p. 22-23, 2005.
19. Erkaya, T.; Dademir, E.; Engül, M. Influence of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) addition on the chemical and sensory characteristics and mineral concentrations of ice cream. *Food Research International*, Kidlington, v. 45, n. 1, p. 331- 335, 2012
20. Santos, Dyego da Costa. Obtenção de umbu-cajá em pó pelo processo de liofilização e sua utilização no processamento de sorvetes prebióticos. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, 278 p. 2016.
21. Brasil. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. 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*, 29 de abril de 1999.
22. Santos, P. P. A., Ferrari, G. S., Rosa, M. S., Almeida, K., Araújo, L. A., Pereira, M. H. C., Wanderley, M. E. F., & Morato, P. N. (2022). Development and characterization of high protein functional ice cream with ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) and inulin. *Brazilian Journal of Food Technology*, 25, e2020129. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.12920>

23. Ferrari, G. da S. ., Santos, P. P. A. dos, Rosa, M. da S. ., & Morato, P. N. (2023). Elaboração e caracterização de sorvete funcional de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) com inulina e sem lactose. *Multitemas*, 28(68), 149–162. DOI: <https://doi.org/10.20435/multi.v28i68.3621>
24. Bae, F.A.H. et al. Desenvolvimento, caracterização físico-química e aceitação sensorial de sorvete a base de isolado protéico de soro de leite. sbCTA-RS, 2020.
25. Silva, Juliane Martins da. Sorvete potencialmente prebiótico de extrato hidrossolúvel de quirera de arroz . 2020. 112 f. Dissertação (mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Maringá, 2020, Maringá, PR. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/5984>. Acesso em: 3 fev. 2021.
26. Peres, J. F., & Bolini, H. M. A. (2020). Chocolate ice cream symbiotic low calorie: multiple time-intensity analysis and preference study. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2019108. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.10819>
27. SALOMÃO, J. et al. Elaboração de Sorvete de Morango com características probióticas e prebióticas. In: III Congresso brasileiro de processamento de frutas e hortaliças, Ilhéus, v. 25, p. 60-65, 2013.
28. Melo, C. dos S., Ferreira, I. M.; Silva, A. M. O. e .; Carvalho, M. G. de. Sorvete de umbu e mangaba com propriedade funcional: processamento e caracterização. *Segurança Alimentar e Nutricional*, Campinas, SP, v. 28, n. 00, p. e021028, 2021. DOI: 10.20396/san.v28i00.8660077.[acesso em 16 de outubro de 2023] Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8660077>.
29. SEOLIN, V. J.; SCAPIM, M. R. da S.; PIERETTI, G. G.; TONON, L. A. C.; MADRONA, G. S. Substituição de sacarose por frutooligossacarídeo em sorvete. *Revis*

GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS – GESTÃO E CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS



IMPORTÂNCIA DA CARACTERIZAÇÃO DO BAGAÇO DE UVA DA PRODUÇÃO DE VINHOS PARA TOMADA DE DECISÃO SOBRE ALTERNATIVAS DE SUA VALORIZAÇÃO

Guilherme Gomes de Sousa Magalhães¹; Pedro Victor Nascimento Gomes Orengo²;
Liliana Andréa dos Santos³; Tatiana Souza Porto⁴; André Felipe de Melo Sales
Santos⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia Ambiental.DTR/UFRPE;
E-mail: guilhermegomesdesousa123@gmail.com

²Estudante do Curso de Engenharia Ambiental.DTR/UFRPE;
E-mail: pvectororengo@gmail.com

³Pesquisadora do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal. UFRPE;
E-mail: liliana.andrea.santos@gmail.com

⁴Docente do Departamento de de Morfologia e Fisiologia Animal. UFRPE;
E-mail: tatiana.porto@ufrpe.br

⁵Docente do Departamento de Tecnologia Rural. DTR/UFRPE;
E-mail: andre.felipesantos@ufrpe.br

Resumo:

O vinho é uma das bebidas alcoólicas mais consumidas em todo o mundo, ocupando atualmente a segunda posição entre estas. A produção mundial foi de cerca de 261,7.10⁶ HI em 2021, sendo o bagaço de uva o principal resíduo gerado como subproduto do processo. As destinações desse resíduo são variadas em função de sua características peculiares: teores de fibras (celulose, hemicelulose e lignina), proteínas, carboidratos, lipídeos, compostos fenólico e antioxidantes. Sua caracterização, por vezes, pode determinar opções mais vantajosas em termos econômicos e ambientais, agregando valor ao ciclo produtivo. Este trabalho objetivou caracterizar resíduos de bagaços de dois tipos de uvas frequentemente produzidas para fins de produção de vinho no Brasil: Cabernet Sauvignon e Merlot, avaliando as possíveis destinações e valorização dos mesmos em relação a destinação utilizada pela indústria estudada, a compostagem. O estudo foi realizado em uma vinícola de médio porte localizada no Agreste de Pernambuco no município de Garanhuns-PE (13.000 garrafas/safra em 2022). Observou-se que 30% do peso total da uva processada se transforma em bagaço, ou seja, 0,5 kg bagaço/L de vinho produzido, estando um pouco acima da faixa reportada na literatura (0,26 a 0,39 kg/L) e pode estar relacionado a própria variedade, produtividade, manejo e condições ambientais locais. A compostagem mostra-se uma alternativa adequada para situação específica, tendo vido aos altos níveis de lignina obtidos na caracterização dos resíduos, o que dificulta seu uso para biodigestão anaeróbia. Entretanto, a utilização em obtenção de compostos bioativos com interesse industrial, pode ser um atrativo para sua valorização.

Palavras-chave: Aproveitamento de resíduos; resíduos de uva; resíduos da indústria de bebidas; viticultura

INTRODUÇÃO

A cultura do vinho é uma tradição milenar, presente nos mais diversos registros históricos, quando a bebida ainda era produzida de maneira artesanal e consumida em rituais religiosos e celebrações sociais.

O processo de produção do vinho consiste na fermentação natural do mosto de uvas, que ocorre por intermédio de leveduras, que atuam na fermentação alcoólica transformando os açúcares em álcool e gás carbônico. Após a fermentação, ocorre o processo de prensagem do mosto fermentado, onde a fração líquida é levada para o estágio de repouso, onde o vinho obtém suas características peculiares. Após esse período o vinho é engarrafado.

A produção de vinho no mundo foi estimada em cerca de 261,7 milhões de hectolitros em 2021, sendo uma das bebidas mais produzidas no mundo. Os países com as maiores produções são apresentados na Tabela 1. A produção nos últimos anos tem variado bastante, estando em queda desde o ano de 2018.

Tabela 1. Produção mundial de vinhos

País	2020 (10 ⁶ .hl)	2021 (10 ⁶ .hl)	% do total em 2021
Itália	49,1	54,8	20,9%
França	46,7	48,6	18,5%
Espanha	40,9	44,4	16,9%
EUA	22,8	23,9	9,1%
Austrália	10,9	14,5	5,5%
Chile	10,3	12,9	4,9%
Argentina	10,8	12,9	4,9%
África do Sul	10,4	10,3	3,9%
Alemanha	8,4	9,5	3,6%
Portugal	6,4	9,1	3,4%
Outros Países	46,1	20,9	7,9%
Total	262,8	261,7	100%

Fonte: Annual Assessment of the World Vine and Wine Sector (OIV) (2022) (1)

A produção brasileira se concentra nas regiões Sul, Nordeste e Sudeste, principalmente nos Campos Gaúchos e no Vale do São Francisco, em especial no Rio Grande do Sul. Internamente foram comercializados cerca de 270 mil hectolitros em 2021, com as exportações chegando a um número inferior a 8 mil hectolitros.

O consumo de vinho no mundo, assim como a produção, apresenta comportamento inconstante desde de 2007. Até o ano de 2017 o comportamento oscilou, apresentando uma queda até 2020, a partir de quando se observou uma leve recuperação. Há uma perspectiva na queda da produção de uvas nas principais regiões produtoras em função dos efeitos das mudanças climáticas.

Assim como na produção (Tabela 1), os países europeus e americanos também lideram o ranqueamento dos maiores consumidores de vinho (Tabela 2).

Se comparado com a produção, os maiores consumidores se mantêm na Europa e América, porém, os EUA ficaram no topo. Os EUA têm importado cada vez mais vinhos, e

a China, que mesmo não figurando entre os maiores produtores de vinho, encontra-se entre os maiores produtores de uvas, também consumindo grandes quantidades de vinho, o que também aponta para um aumento da importação por este país (1).

Tabela 2. Consumo mundial de vinho

País	2020 (10 ⁶ .hl)	2021 (10 ⁶ .hl)	Participação no total em 2021 (%)
EUA	32,9	33,1	14,0%
França	23,2	25,2	10,7%
Itália	24,2	24,2	10,2%
Alemanha	19,8	19,8	8,4%
Reino Unido	13,4	13,4	5,6%
Espanha	9,6	10,5	4,4%
China	12,4	10,5	4,4%
Rússia	10,3	10,5	4,4%
Argentina	9,4	8,4	3,5%
Austrália	6	5,7	2,4%
Outros Países	72,7	74,1	31,4%
Total	233,8	235,3	100%

Fonte: Annual Assessment of the World Vine and Wine Sector (OIV) (2022) (1)

PRODUÇÃO MUNDIAL, GERAÇÃO DE RESÍDUOS E DESTINAÇÕES USUAIS

A produção de uva e vinho gera grandes quantidades de resíduos orgânicos. A OIV (Annual Assessment of the World Vine and Wine Sector) (1), em sua Avaliação Anual do Setor Mundial da Vinha e do Vinho, de 2021, apresentou um balanço mundial da produção de uvas em 2021 (Figura 1) no qual podemos verificar alguns dados de referência.

O total de vinhedos, em 2021, ocupou uma área superficial de 7,3 milhões de hectares, com uma produção de cerca de 10,2 toneladas/ha, alcançando uma produção de 74,8 milhões de toneladas de uvas frescas. Cerca de 2,8% desta, foi perdida por diferentes fatores. O restante dividido em duas categorias: prensados e não-prensados. A categoria prensado é a que interessa para este estudo, visto que o bagaço de uva poderá ser gerado para indústria de vinho ou de sucos (mostos). Dois indicadores foram obtidos: para cada litro de vinho e suco, respectivamente, são necessários 1,3 e 1,2 kg de uva bruta. O bagaço da uva compreende entre 20% e 30% do peso de toda uva processada (2), dessa forma, é possível entender que para cada 1 litro de vinho produzido são gerados entre 260 g e 390 g de bagaço. A indústria vinícola produziu cerca de 262 milhões de hectolitros de vinho, com 34,1 milhões de toneladas de uvas, dessa forma, no ano de 2021, foram gerados entre 6,82 e 10,23 milhões de toneladas de bagaço de uva. Essa problemática ocorre de maneira similar em todo mundo. No final do processo, existe perda de vinho, além de outros resíduos gerados durante as etapas de produção, como o próprio bagaço, talos, sementes, além de efluentes e vinho residuais.

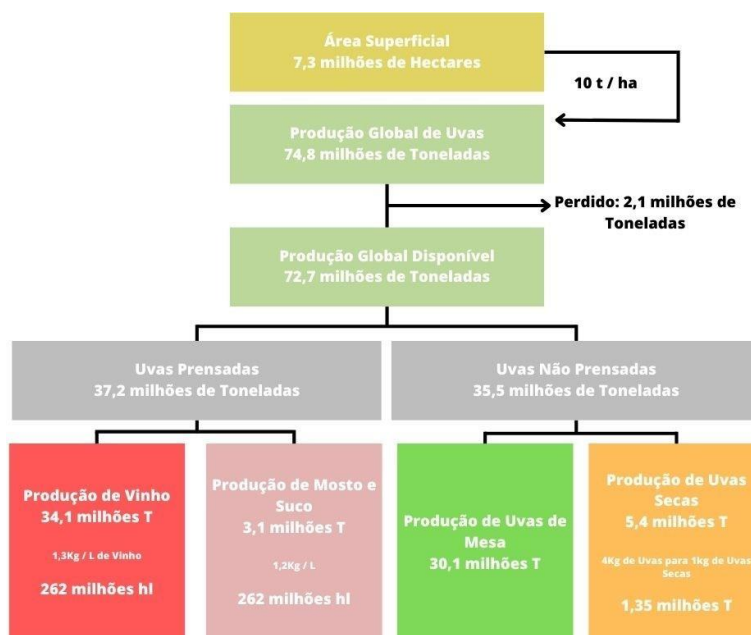


Figura 7. Balanço mundial da produção de uvas em 2021

Fonte: Adaptado de Annual Assessment of the World Vine and Wine Sector (OIV) (2022) (1)

Outros resíduos gerados indiretamente da indústria de vinhos são aqueles derivados da produção dos insumos utilizados na sua produção, como: madeira (barris) e embalagens de produtos químicos (papel e plástico). Temos ainda os resíduos associados a distribuição e pós-uso do produto final como: vidro, cortiça (rolhas) e rótulos papel/plásticos, papelão e filmes plásticos. A Figura 2 apresenta o rendimento médio de uma vinícola na Itália, com ênfase na geração de resíduos, associado a produtividade média de 10 t/ha (3).

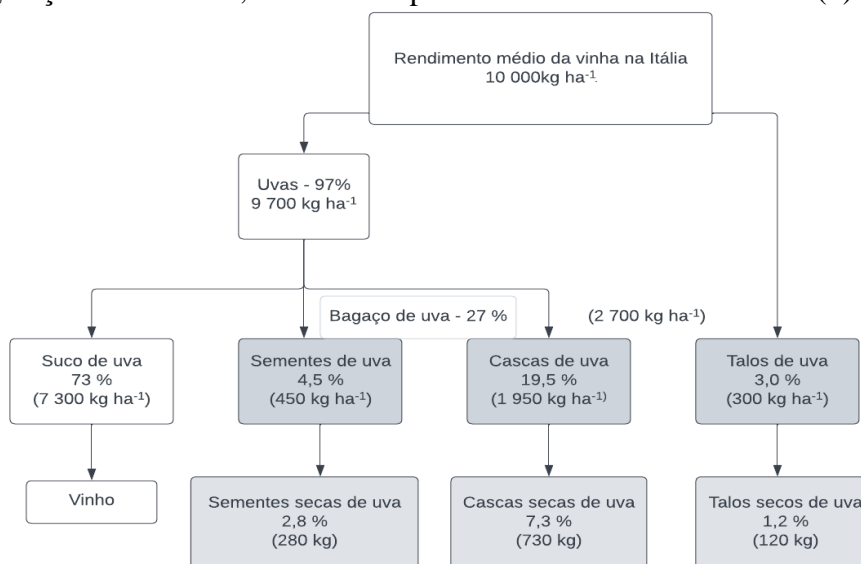


Figura 2. Rendimento médio de uma vinícola na Itália

Fonte: Adaptado de Toscano, Riva, Duca (2014) (3)

Nas indústrias de uva e vinho a geração desse resíduo representa um desafio para gestão industrial. Geralmente são utilizados métodos como a compostagem, quando a

indústria possui parreirais que podem assimilar este biossólido a cada safra, com a vantagem de reincorporação de nutrientes no solo agrícola dentro do próprio ciclo produtivo, reduzindo custo com fertilizantes químicos (4) ou orgânicos.

A indústria vinícola gera tipos diferentes de resíduos. Os principais resíduos gerados e suas possíveis utilizações são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Resíduos gerados no processo de fabricação de vinhos

Resíduo	Processo que originou	Composição	Possível utilização
Bagaço	Durante todo o processo	Resíduo lignocelulósico com alta umidade e baixo teor proteico.	<ul style="list-style-type: none"> • Compostagem • Produção de bioenergia • Ração animal • Bioativos para indústria de fármacos e cosméticos • Suplementos e aditivos para indústria de alimentos
Sementes	Principalmente na etapa de maceração e fermentação	Resíduo lignocelulósico, proteínas, óleos essenciais e compostos fenólicos	
Talos	Principalmente na etapa de maceração e fermentação	Alta umidade, resíduos insolúveis e compostos fenólicos	
Folhas	Coleta	Ancitocinas, flavonóides, ácidos orgânicos e taninos	
Borras fermentadas	Durante todo o processo	Levedura morta, polpa de uva, matéria inorgânica, fenólicos, ácido tartárico	

Fonte: Adaptado de Niculescu e Ionete (2023) (4)

A possibilidade de venda para incorporação na ração animal e para indústria de fármacos e cosméticos também é possível, mas depende de fatores logísticos econômicos e regionais. A biodigestão anaeróbia ainda é uma alternativa pouco aplicada, apesar das vantagens de geração de energia elétrica e calor e ainda possibilidade da aplicação do biossólido produzido no solo agrícola na própria vinícola.

CARACTERIZAÇÃO DO BAGAÇO DA UVA

O bagaço de uva geralmente também contém agregado sementes e talos dos cachos de uva, obtidos no processo inicial de prensagem das uvas. Nas Tabelas 3 e 4, apresentam-se as composições comparativas de 8 espécies diferentes de uvas (4 da cor branca e 4 da cor vermelha) (5).

Tabela 3. Composição do bagaço de uva

Cor	Espécie	Umidade	Proteína	Acidez	Cinzas	Lipídios
Branca	Viognier	69,5 ± 0,90	9,51 ± 0,33	2,89 ± 0,05	5,07 ± 0,01	4,62 ± 0,34
	Vidal Blanc	67,7 ± 2,53	6,33 ± 0,65	4,08 ± 0,02	4,32 ± 0,002	10,5 ± 0,49
	Niagara	62,0 ± 0,89	10,6 ± 0,59	4,66 ± 0,03	5,85 ± 0,02	9,54 ± 0,13
	Petit Manseng	52,4 ± 0,75	8,16 ± 0,01	3,24 ± 0,05	6,60 ± 0,03	10,9 ± 0,61
Vermelha	Petit Verdot	50,7 ± 4,28	11,5 ± 0,06	3,16 ± 0,02	5,36 ± 0,08	11,8 ± 0,40
	Merlot	50,7 ± 4,20	12,9 ± 0,07	3,60 ± 0,07	6,08 ± 0,17	11,4 ± 0,35

Cabernet Franc	58,1 ± 3,51	13,0 ± 0,21	3,08 ± 0,02	5,24 ± 0,10	12,5 ± 0,30
Chambourcin	54,2 ± 2,97	12,7 ± 0,12	3,13 ± 0,09	4,52 ± 0,07	7,19 ± 0,59

Fonte: Jin, O'Hair (2019) (5)

O bagaço de uva possui características que variam de acordo com a variedade, espécie (5), o clima, as condições do solo e manejo da cultura.

Tabela 4. Composição do bagaço de uva (continuação)

Cor	Espécie	Conteúdos				Total
		Fenólicos	Sacarose	Glicose	Frutose	
		(g/kg de bagaço seco de uva)				
Branca	Viognier	11,8 ± 0,39	1,37 ± 0,00005	41,03 ± 0,03	32,8 ± 1,31	75,2 ± 1,34
	Vidal Blanc	12,5 ± 0,56	1,43 ± 0,14	53,33 ± 0,09	52,9 ± 0,50	108 ± 0,55
	Niagara	24,8 ± 0,91	1,82 ± 0,06	6,86 ± 0,33	7,43 ± 0,29	16,1 ± 0,68
	Petit Manseng	32,1 ± 0,42	2,01 ± 0,21	30,61 ± 1,70	37,1 ± 2,12	69,8 ± 0,21
Vermelha	Petit Verdot	64,8 ± 4,12	1,15 ± 0,07	6,18 ± 0,16	6,95 ± 0,004	14,3 ± 0,09
	Merlot	35,8 ± 1,09	1,44 ± 0,04	6,05 ± 0,13	6,49 ± 0,35	14,0 ± 0,27
	Cabernet Franc	36,1 ± 1,08	1,70 ± 0,08	2,31 ± 0,02	3,79 ± 0,41	7,79 ± 0,47
	Chambourcin	10,4 ± 0,79	1,15 ± 0,11	2,09 ± 0,14	10,9 ± 0,52	14,1 ± 0,77

Fonte: Jin, O'Hair (2019) (5)

As variações observadas nas composições dos bagaços dos diferentes tipos de uvas interferirão na sua utilização posterior. A composição dos bagaços indicará a presença de materiais lignocelulósicos (lignina, hemicelulose e celulose), proteicos, sacarídicos e fenólicos em maior ou menor proporção. Em função disso alguns resíduos podem ser indicados para determinadas destinações mais nobres como extração de compostos bioativos para indústria de cosméticos e fármacos e, sobretudo obtenção de compostos fenólicos. Os compostos fenólicos são compostos bioativos presentes nas plantas, no bagaço da uva, sendo que boa parte deles ainda permanece no bagaço após o processo para a produção de vinho. A extração e aproveitamento destes compostos pode ser bastante benéfica, uma vez que este tem benefícios à saúde (4, 6). Dessa classe destacam-se: as antocianinas (apenas em uvas vermelhas), catequinas, glicosídeos de flavonol ou ácidos fenólicos (4, 7). Esses bioativos também possuem atividade antioxidante reconhecida.

O alto teor de material lignocelulósico, por sua vez, sobretudo de lignina nos resíduos de uva também interfere diretamente nas características organolépticas do vinho e nas características sensoriais, como sabor e aroma. A quantidade de material lignocelulósico, residual no bagaço por sua vez, interferirá diretamente na produção de biogás (8) ou de uso de pré-tratamentos na biomassa.

Portanto, a caracterização dos resíduos pode determinar uma melhor opção para valorizar estes, obtendo maior valor agregado ao mesmo e reduzindo custos de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

DESCRIÇÃO DA VINÍCOLA E PROCESSO

A etapa inicial deste trabalho consistiu na descrição da Vinícola Vale das Colinas, empresa produtora de vinhos de médio porte localizado em Garanhuns, Agreste Pernambucano (230 km de Recife-PE) e do processo produtivo. A vinícula localiza-se numa região de clima classificado como tropical com estação seca, com verão seco e inverno úmido, do tipo As na classificação climática de Köppen-Geiger (9) com temperaturas amenas e mais baixas que na maior parte do ano, em função da altitude. A temperatura média anual é de 21 °C (10) chegando a 15 °C ou até menos nos meses mais frios, época tradicionalmente a mais chuvosa do ano. O índice pluviométrico é de cerca de 890 mm/ano, com umidade do ar relativamente variando de 73 a 85%. O tempo médio de insolação é de 2.330 horas/ano, sendo maior entre outubro e dezembro (10). As condições climáticas são favoráveis a determinadas variantes de uva mais resistentes e adaptadas a este clima.

O processo produtivo foi detalhado e descrito a partir de uma visita técnica na área de produção acompanhado dos responsáveis técnicos. Também foram coletados dados de produção/processo, equipamentos, condições operacionais, geração de produto e subprodutos (resíduos, emissões e efluentes). Com estes os dados elaborou-se o fluxograma de processo para o vinho tinto e branco e a partir dele, a descrição detalhada do mesmo.

BAGAÇO DE UVA: ORIGEM, OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

As amostras de bagaço de uva foram obtidas da Vinícola Vale das Colinas, coletadas diretamente do processo produtivo, após a fase de extração do caldo, sendo acondicionadas em frascos de polietileno de boca larga de 5L, congeladas e armazenadas (temperatura <0°C) até a realização da caracterização. A coleta ocorreu em uma única vez, em 3 dias seguidos (triplicata), em março de 2023, na fase de colheita anual da safra (referente ao ano de 2022).

BAGAÇO DE UVA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Foram realizadas as análises físico-químicas nas amostras do bagaço de uva descritas na Tabela 5. As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental (LABSAM/DTR/UFRPE) e Laboratório de Bioprocessos e Bioprodutos (LBB/NUBIOTEC/UFRPE). A caracterização foi feita em triplicata, e os resultados apresentados em suas médias.

Tabela 5. Parâmetros da caracterização físico-química do bagaço de uva

Parâmetro	Equipamento	Método
pH	pHmetro Digimed DM23	NBR 10006 (ABNT, 2004)
Condutividade elétrica	Digimed DM32	NBR 10006 (ABNT, 2004)
DQO	Digestor de DQO e espectrofotômetro UV/VIS	NBR 10006 (ABNT, 2004); RAPOSO et al. (2008)
ST, STV e STF	Estufa LUCA - 80/64 e Mufla EDG 3000	WHO (1978)
Teor de umidade	Estufa LUCA - 80/64	WHO (1978)
Teor de fibras (celulose, hemicelulose e lignina)	Determinador de fibras TE-149- Tecnal	VAN SOEST (1994)
Proteínas	Digestor de nitrogênio (Kjedhal)	Método do Biureto

Carboidratos

Método de Lane Eynon, Instituto Adolfo Lutz

Lipídeos

Extração a quente em Soxhlet

Instituto Adolfo Lutz

Legenda: ST = sólidos totais; STV = sólidos totais voláteis; STF = sólidos totais fixos; DQO = demanda química de oxigênio. Fonte: (11), (12), (13), (14), (15), (16), (17).

ALTERNATIVAS DE VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

Após a determinação das características dos resíduos de uva, a determinação das alternativas de valorização seguiram as indicações de Niculescu e Ionete (2023) (4), com foco nas alternativas mais usuais de sua valorização: (1) compostagem, (2) produção de bioenergia e (3) Destinação para Ração animal/produção de Bioativos, suplementos e aditivos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

Na Figura 3 apresenta-se um desenho esquemático ilustrando as etapas de produção de vinho branco e tinto na vinícola estudada. Os processos produtivos dos vinhos brancos e vermelhos, são similares, mas apresentam algumas etapas diferentes que serão descritas em detalhes nos itens a seguir.

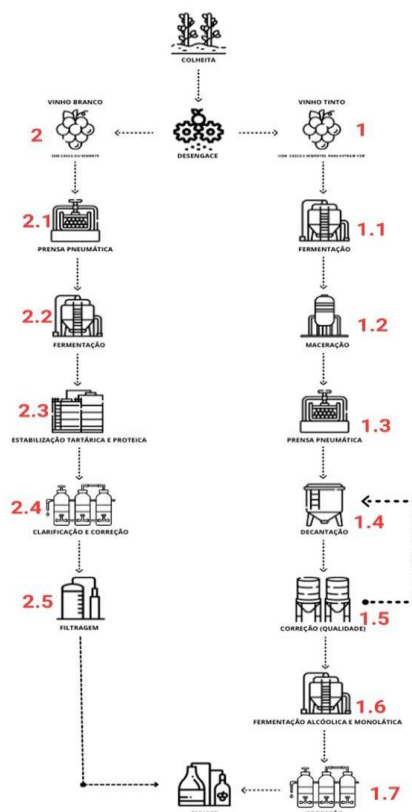


Figura 3. Desenho esquemático ilustrando as etapas de produção de vinho branco e tinto na vinícola estudada (Obs: Os números em vermelho referem-se a sub-etapas do processo de produção dos vinhos tintos e brancos que serão detalhadas nas descrições dos processos a seguir). Fonte: Autores (2023)

PROCESSO DE PRODUÇÃO DO VINHO TINTO

As descrições do processo referem-se ao desenho esquemático da Figura 3, com etapas respectivas destacadas entre colchetes (números em vermelho da Figura 3).

A colheita das uvas é feita de forma manual na própria vinícola, ocorrendo apenas uma vez, visto que a safra do local é anual. Em seguida o produto coletado é colocado na desengaçadeira, maquinário responsável por separar as hastes (engajo) dos frutos [Etapa1]. Esse equipamento se localiza em uma plataforma mais elevada para fazer proveito da gravidade e assim conseguir destinar as uvas para o local correto através de mangueiras próprias para esse processo, sem a necessidade de um custo adicional com bombeamento.

A primeira etapa para a produção do vinho tinto, após o desengace [Etapa1], pode variar de acordo com a qualidade do fruto colhido e do seu ponto de maturação. Existem 3 tipos de processos: maceração pré-fermentativa, que ocorre quando o líquido é colocado em contato com a casca e semente antes da fermentação. A maceração pós-fermentativa, que como o próprio nome indica, vai ser a maceração da uva com o líquido após a transformação da glicose em álcool. E por fim, o processo de fermentação e maceração simultâneo, que normalmente acontece quando a uva é colhida muito madura, aumentando assim as chances da casca se degradar demais caso fique em contato com o líquido por muito tempo, sendo assim necessário adaptar o processo para que ele aconteça mais rapidamente. Essa etapa de contato do líquido com a casca e semente é fundamental, pois esses materiais são ricas fontes de tanino, substância responsável por dar ao vinho tinto a sua cor e a sua características organolépticas características. A fermentação [Etapa 1.1] ocorre através da inoculação do fungo *Saccharomyces cerevisiae*, em temperatura média de 24°C, e pode acontecer em momentos diferentes do processo, podendo ser colocado no início da maceração ou depois de alguns dias. Após a maceração [Etapa 1.2], o vinho tinto sairá do tanque de maceração e irá para a prensa pneumática [Etapa 1.3], para a separação dos sólidos e do líquido. Logo após essa etapa, o vinho tinto irá para a decantação [Etapa 1.4], que serve para separar a fração de sólidos decantáveis. Por se tratar de uma vinícola que trabalha apenas com vinhos secos, ou seja, que a concentração de açúcar do produto final não pode ser superior a 4g/L, o fermentado irá passar por uma etapa de correção [Etapa 1.5] para garantir a padronização do produto. Caso os testes laboratoriais acusem uma concentração de açúcares totais maior que 4g/L, o vinho retornará à fermentação alcoólica [Etapa 1.6] até que a concentração de açúcares esteja na faixa desejada, e após finalmente concluir essa etapa, ele irá iniciar o processo de fermentação monolática [Etapa 1.6] para o controle da acidez do fermentado.

Para finalizar o processo, o vinho é mais uma vez direcionado para a correção [Etapa 1.7] para verificar a acidez, pH, tanino, e assim fazer as últimas correções, se necessário. O vinho só irá para o envase se todas as exigências do produto estiverem atendidas de acordo com os padrões do produto. Das garrafas de vinho produzidas, normalmente uma parcela é expedida para o mercado e a outra é levada para que envelheçam em barris de madeira, amadurecendo os taninos, cor e aromas. De forma geral, o processo da fabricação do vinho jovem dura em média 4 meses, desde o início até o envase do produto.

Na Figura 4 apresentam-se registros fotográficos da linha de produção com seus equipamentos respectivos na sequência do processo: (a) Desengaçadeira, (b) Tanques de Fermentação, (c) Prensa Pneumática, (d) Máquinas do envase e rolhagem.



(a) Desengaçadeira



(b) Tanques de Fermentação



(c) Prensa Pneumática



(d) Máquinas do envase e rolagem

Figura 4. Registros fotográficos da linha de produção: (a) Desengaçadeira, (b) Tanques de Fermentação, (c) Prensa Pneumática, (d) Máquinas do envase e rolagem.

Fonte: Autores (2023)

PROCESSO DE PRODUÇÃO DO VINHO BRANCO

As descrições do processo referem-se ao desenho esquemático da Figura 3, com etapas respectivas destacadas entre colchetes (números em vermelho da Figura 3). Diferentemente do vinho tinto, após a etapa de desengace, as uvas utilizadas [Etapa 2] para a produção do vinho branco são direcionadas diretamente à prensa pneumática [Etapa 2.1], para que as cascas e sementes não entrem em contato com o líquido, visto que o seu tanino, responsável por gerar uma cor à bebida e um aroma mais intenso não é desejável neste tipo de produção.

Após essa etapa, o líquido vai ser direcionado para os tanques [Etapa 2.2] onde ocorrerá a fermentação em temperatura média de 15°C, transformando assim o açúcar presente em álcool. Da mesma forma que os tintos, a concentração máxima é de 4g/L de açúcar em sua composição. Após essa etapa, o vinho irá para a etapa de estabilização tartárica e proteica [Etapa 2.3] que é fundamental para a boa comercialização do produto, por evitar a precipitação, aumentando a solubilidade e tornando o produto mais atrativo visualmente ao consumidor. Em seguida, irá para a clarificação e correção [Etapa 2.4], sendo utilizado nesse processo a bentonita (argilomineral) para reter as partículas em suspensão que deixariam o vinho turvo, e em sequência o produto passará pelo sistema de gestão de qualidade, que fará a análise final de pH e turbidez da bebida. Por fim, a filtragem [Etapa 2.5] será a última etapa pré-envase, realizada principalmente para garantir que não haverá partículas em suspensão que para o vinho branco acabaria prejudicial para a sua venda.

DADOS DE PRODUÇÃO DE UVA, VINHO E GERAÇÃO DE BAGAÇO

Na Tabela 6 são apresentados os dados de produção da vinícola estudada assim como a geração de bagaço de uva nas safras dos anos 2020, 2021 e 2022.

Tabela 6. Dados de produção de uvas, vinho e bagaços de uva na vinícola estudada

Ano	Produção de uva (t/safra)	Volume de vinho (Hl/safra)	Produção de vinho (garrafas/safra)	Produção de bagaço de uva (t/safra)
2020	6,25	37,5	5000	1,9
2021	7,5	45	6000	2,3
2022	16,25	97,5	13000	4,9

Fonte: Autores (2023)

Destaca-se que a vinícola começou comercialização de vinho em escala no ano de 2020, tendo um aumento gradativo nos anos posteriores devido a boa receptividade do mercado consumidor. Apesar da vinícola estar situada numa região do semiárido nordestino, o município de Garanhuns situa-se a cerca de 900 m de altitude em relação ao nível do mar o que confere a mesma características climáticas particulares e favoráveis ao cultivo de determinadas variantes de uva. A produtividade da cultura na vinícola situa-se em torno de 3,25 t/ha e a geração de resíduos da ordem de 0,50 kg/L vinho produzido estando um pouco acima faixa observada de 0,26 a 0,39 kg/L. A maior proporção de bagaço (30%) pode estar associada a menor quantidade de líquido (sumo) das variedades específicas utilizadas na vinícola. Destaca-se também que a vinícola realiza atualmente a compostagem dos resíduos de bagaço de uva com incorporação dos mesmos nas áreas de parreiral próprias.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Na Figura 5 apresenta-se um registro fotográfico das uvas prensadas (resíduo bruto) antes da secagem em estufa. Ambas as amostras foram coletadas após o processo de fermentação, e posteriormente seco, mas o que pode influenciar é a presença de mais sementes e talos na amostra de Cabernet Sauvignon se comparada à amostra de Merlot, o que representa uma situação normal para ambos os tipos de uva devido as características próprias da variante.

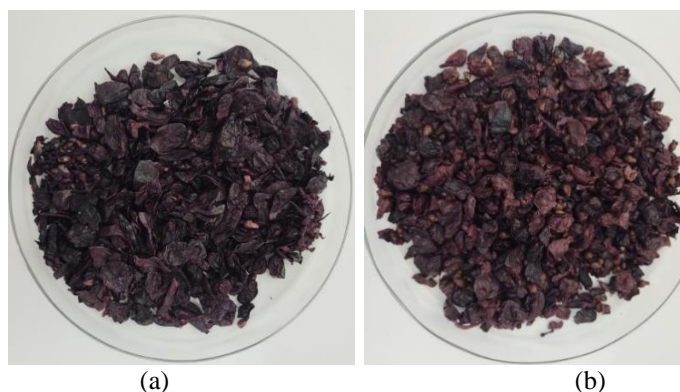


Figura 5. Amostras de bagaço de uva: (a) Merlot; (b) Cabernet Sauvignon.

Fonte: Autores (2023)

Quando comparados os resultados físico-químicos das amostras dos bagaços, apresentaram alguns parâmetros bem semelhantes e outros uma certa variação, entre si e em relação a literatura. A diferenciação entre as amostras pode derivar das características próprias das próprias variantes de uvas. Os resultados obtidos para a caracterização físico-química dos bagaços de uva utilizados para a caracterização são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados da caracterização físico-química dos bagaços de uva

Parâmetro	Cabernet Sauvignon	Merlot
DQO (mgO ₂ L ⁻¹)	22.781,9 ± 7.276,6	43.698,6 ± 2.396,3
pH	3,61 ± 0,00	3,74 ± 0,01
Umidade (%)	46,59 ± 0,77	56,24 ± 6,2
Condutividade Elétrica (µs/cm)	7,76 ± 0,02	1,90 ± 0,01
Proteína (%)	5,0	2,6
Lipídeos (%)	18,9	13,9
Carboidrato (não ligno-celulósico) (%)	20,5	20,8
	Totais (ST)	100
Série de Sólidos (%)	Fixos (STF)	12 ± 0,47
	Voláteis (STV)	88 ± 0,47
		88,3 ± 0,78
Fibras (%)	Celulose	10,71 ± 2,65
	Hemicelulose	8,07 ± 2,13
	Lignina	36,79 ± 9,62
		11,72 ± 5,33
		11,51 ± 0,34
		39,43 ± 7,52

Fonte: Autores (2023)

As amostras apresentaram grande variação de DQO, por exemplo, com a Merlot apresentando valor duas vezes maior do que da amostra da Cabernet Sauvignon. Os valores encontrados foram de 22.781 mg.O₂.L⁻¹ para Cabernet Sauvignon e 43.698 mg.O₂.L⁻¹ para Merlot. Um valor intermediário entre os encontrados por este estudo foi encontrado por (17), de aproximadamente 36.300 mg.O₂.L⁻¹. As características físico-químicas em termos de matéria orgânica residual nos bagaços variarão em função do tipo da uva e das condições de manejo no campo e na indústria.

O pH pode influenciar no equilíbrio de certos compostos como NH₃, H₂S e ácidos graxos voláteis (AGV) durante a fermentação anaeróbia, podendo inibir inclusive a atividade dos microrganismos (18). Ambas amostras apresentaram pH ácido, similares aos resultados encontrados na literatura e valor médio de 3,94, 3,72 e 3,91 (17, 19, 21).

Com relação a Condutividade elétrica houve uma variação bastante significativa, o que indica uma maior concentração de material inorgânico de natureza iônica nas amostras de Cabernet Sauvignon.

As concentrações de proteínas, lipídios e carboidratos, das duas variantes foram similares aos encontrados por de Jin *et al.* (2019) (5), para lipídios, cerca de 11,4% e inferiores com relação á proteínas, cerca de 12,9%.

O bagaço das uvas apresentou significativa quantidade de água em sua composição (47 a 56%). Os valores encontrados para umidade média do resíduo das uvas foram similares aos encontrados por Fabbri *et al.* (2015) (22) e Allison; Simmons (2018) (23), cerca de 49,89% e 55,61%. O elevado teor de umidade residual mesmo após a etapa de prensagem é normal e não interfere na biodigestão anaeróbia, sendo inclusive favorável.

O elevado teor de Sólidos Totais Voláteis (STV) indica elevada quantidade de material de natureza orgânico (de fácil ou difícil biodegradação). Os teores de STV e STF obtidos foram similares aos obtidos por Almeida *et al.* (2021) (21), Achkar *et al.* (2016) (19) e Allison; Simmons (2018) (23). Para o Teor de Sólidos Totais Voláteis, cerca de 90%, 85,4% e 92,95% e para Sólidos Fixos, cerca de 10%, 14,6% e 7,05%, respectivamente.

Quanto ao teor de Fibras apresentado pelas amostras, pode se verificar que ambas as amostras apresentaram valores similares de Celulose e hemicelulose. Observou-se entretanto, uma grande quantidade de Lignina presente em ambas as amostras, o que para a produção de biogás é um fator preocupante. A lignina é um polímero natural de grande resistência a biodegradação, o que dificulta a quebra das moléculas desse substrato por parte dos microrganismos presentes. O alto teor de lignina nas amostras podem se dar devido a presença de sementes e talos que geralmente apresentam esses compostos em maiores concentrações, se comparados ao bagaço da uva propriamente dito. Também observou-se a presença de hemicelulose, entretanto esta fibra é menos resistente a biodegradação, representa uma reserva potencial de açúcares fermentescíveis aos microrganismos no caso da opção da digestão anaeróbia. A variedade Merlot apresentou maior concentração se comparado com a Cabernet Sauvignon. Comparado com os resultados apresentados por Achkar *et al.* (2016) (19), que obtiveram os valores de 7,5%, 6,7% e 11,1% para celulose, hemicelulose e lignina, respectivamente, este estudo apresentou similaridade em termos dos teores de celulose e hemicelulose, mas não de lignina. Já o estudo de Fillipi *et al.* (2023) (24), que obteve valores mais próximos aos encontrados no estudo, cerca de 13,4% e 31,2%, para hemicelulose e lignina, respectivamente. A presença dessas fibras pode influenciar negativamente na produção de biogás durante a biodigestão anaeróbia, visto que estes compostos complexos são de difícil e lenta degradação. Essa proporção das fibras varia conforme o tipo de resíduo utilizado, manejo e origem deste. A grande concentração de fibras obtida se deveu provavelmente à presença de talos e sementes no resíduo junto ao bagaço. O processo industrial tende a remover maior parte dos carboidratos simples no suco (glicose e frutose) restando nas cascas, sementes e talos as frações insolúveis e de natureza lignocelulósica, de mais difícil degradação.

ALTERNATIVAS DE VALORIZAÇÃO DO BAGAÇO DE UVA

A viabilidade de aplicações de valorização dependerá de cada caso estudado. Fatores econômicos, logísticos e técnicos podem interferir. Para cada tipo de valorização de resíduo estudada há vantagens e desvantagens a serem consideradas, destacadas no Quadro 2.

Quadro 2. Vantagens e desvantagens das principais destinação dos resíduos de vinícolas

Valorização do resíduo ⁽¹⁾	Vantagem	Desvantagem
Compostagem	<ul style="list-style-type: none"> Aproveita os resíduos no próprio ciclo produtivo Reduz consumo de fertilizantes químicos Investimento baixo Necessidade de área 	<ul style="list-style-type: none"> Necessidade de acompanhamento técnico Tempo de compostagem longo (90-120 dias) Aplicável para vinícolas que possuem parreiral próximo/próprio
Produção de bioenergia	<ul style="list-style-type: none"> Aproveitamento energético (calor/energia) 	<ul style="list-style-type: none"> Custo de investimento inicial elevado

	<ul style="list-style-type: none"> • Aproveitamento do digestato no ciclo produtivo • Reduz consumo de fertilizantes químicos • Reduz consumo de energia/combustível 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de acompanhamento técnico • Teores de material lignocelulósico elevados podem interferir na biodegração necessitando de pré-tratamentos adicionais
Ração animal/ Bioativos para indústria de fármacos e cosméticos/Suplementos e aditivos para indústria de alimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Pode ser vendido revertendo em lucro e reduzindo custos de produção • Não há necessidade de investimentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de compradores locais próximos • Não pode ser armazenado • Necessidade de caracterização do resíduo mais detalhada a depender da aplicação

⁽¹⁾ Bagaço, sementes, folhas e talos e borras fermentadas. Fonte: Autores (2023)

A destinação adotada atualmente pela vinícola estudada é a compostagem. Vemos que esta adequada ao porte, condições da região, logística operacional tendo em vista não haver possibilidade de venda para ração animal ou utilização por industriais de transformação próximas. Destaca-se que as características do resíduo indicou uma elevada quantidade de material lignocelulósico o que pode interferir na velocidade de biodegração, podendo não ser interessante a biodigestão anaeróbia, caso não seja aplicado um pré-tratamento no resíduo (o que encarece ainda mais o processo). Por outro lado os bioativos presentes nos resíduos podem ser interessante fontes para indústria de alimentos, fármacos e cosméticos, mas necessitam de estudos específicos e de interesse por parte destas indústrias. Cada caso deve ser analisado, em função da escala e aspectos técnico, econômico e logísticos, para obter maiores ganhos econômicos e ambientais.

CONCLUSÕES

A fabricação de vinhos gera uma grande quantidade de resíduos em sua cadeia produtiva. Na vinícola estudada, os resíduos gerados, chegaram a 30% da uva produzida e representam uma geração de 0,5 kg bagaço de uva/L de vinho produzido, ligeiramente acima do reportado pela literatura (0,26 a 0,39 kg/L). Este fato pode estar ligado a escala do empreendimento (médio), a variedade de uva, ao processo, manejo da cultura e condições ambientais. As características dos resíduos das duas variantes (Merlot e Cabernet Sauvignon) foram semelhantes, com destaque para o altos teores de compostos lignocelulósicos, que podem dificultar processos como biodigestão anaeróbia. Por outro lado, estas, podem favorecer seu uso para outras indústrias (cosméticos, fármacos, alimentos). Limitam portanto, na tomada de decisão da destinação a se optar, além da composição do resíduo, fatores logísticos, econômicos e regionais. Cada caso deve ser analisado em particular, e as características dos resíduos são uma ferramenta adicional neste processo decisório. A compostagem, destinação adotada atualmente pela vinícola estudada, encontra-se adequada a sua realidade local, a escala, a fatores econômicos e ambientais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica. Agradecemos também a Prof^ª. D^ª. Suzana Pedroza do Laboratório de Alimentos da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE) no auxílio de parte da

caracterização dos resíduos. Agradecimentos especiais para a direção da Vinícola Vale das Colinas pela disponibilização dos resíduos e informações.

REFERÊNCIAS

1. International Organisation of Vine and Wine. Annual Assessment of the World Vine and Wine Sector. 2022.
2. MUHLACK, R. A.; POTUMARTHI, R.; JEFFERY, D. W. Sustainable wineries through waste valorisation: A review of grape marc utilisation for value-added products. *Waste Management*. 2018;72;99-118.
3. TOSCANO, G.; RIVA, G.; DUCA, D.; PEDRETTI, E. F.; CORINALDESI, F.; ROSSINI, G. Analysis of the characteristics of the residues of the wine production chain finalized to their industrial and energy recovery. *Biomass and Bioenergy*. 2013;55;260-267.
4. NICULESCU, V. C.; IONETE, R. E. An Overview on Management and Valorisation of Winery Wastes. *Applied Sciences*. 2023;13;5063.
5. JIN, Q.; O'HAIR, J.; STEWART, A. C.; O'KEEFE, S. F.; NEILSON, A. P.; KIM, Y. T.; MCGUIRE, M.; LEE, A.; WILDER, G.; HUANG, H. Compositional Characterization of Different Industrial White and Red Grape Pomaces in Virginia and the Potential Valorization of the Major Components. *Foods*. 2019;8.
6. PANZELLA, L.; MOCCIA, F.; NASTI, R.; MARZORATI, S.; VEROTTA, L.; NAPOLITANO, A. Bioactive Phenolic Compounds From Agri-Food Wastes: An Update on Green and Sustainable Extraction Methodologies. *Frontiers in Nutrition*. 2020;7.
7. SABRA, A.; NETTICADAN, T.; WIJEKOON, C. Grape bioactive molecules, and the potential health benefits in reducing the risk of heart diseases. *Food Chemistry X*. 2021; 12.
8. EL ACHKAR, J. H.; LENDORMIA, T.; SALAMEH, D.; LOUKA, N.; MAROUN, R. G.; LANOISELLÉ, J. L.; HOBAIKA, Z. Influence of pretreatment conditions on lignocellulosic fractions and methane production from grape pomace. *Bioresource Technology*. 2018;247;881-889.
9. IBGE. ENCICLOPÉDIA DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS. Rio de Janeiro: IBGE, 1958;18.
10. INMET. «Normas climatológicas do Brasil». Consultado em 19 de janeiro de 2023.
11. WHO. International Reference Center for Waste Disposal. *Methods of Analysis of Sewage Sludge Solid Wastes and Compost Switzerland*. 1978.
12. APWA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21. ed. Washington: APWA, AWWA, WPCF, 2005;1268.
13. SANTOS, L. A. POTENCIAL DE GERAÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE FRUTAS. Recife. Tese [Doutorado em Engenharia Civil] - Universidade Federal de Pernambuco; 2019.
14. SILVA, A.F.V., SANTOS, L.A., VALENÇA, R.B., PORTO, T.S., DA MOTTA SOBRINHO, M.A., GOMES, G.J.C., JUCÁ, J.F.T., SANTOS, A.F.M.S., 2019. Cellulase production to obtain biogas from passion fruit (*Passiflora edulis*) peel waste hydrolysate. *J. Environ. Chem. Eng.* 7 (6), 103510.
15. RAPOSO, F.; LA RUBIA, M. A.; BORJA, R.; ALAIZ, M. Assessment of a modified and optimised method for determining chemical oxygen demand of solid substrates and solutions with high suspended solid content. *Talanta*. 2008;76;448-453.
16. VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press. 1994.
17. SILVA, K. C. D.; AMORIM, M. C. C.; GALVÃO, R. S.; GONÇALVES, Y. B. O.; SILVA, P. T. S.; BARROS, E. S. C. Effect of the inoculum/substrate ratio on the biochemical methane potential (BMP) of grape marc. *Rev. Ambient. Água*. 2020;15.



18. CERÓN-VIVAS, A.; CÁCERES, K. T.; RINCÓN, A.; CAJIGAS, Á. A. Influence of pH and the C/N ratio on the biogas production of wastewater. *Revista Facultad de Ingeniería*. 2019;88 – 95.
19. EL ACHKAR, J. H.; LENDORMI, T.; HOBAIKA, Z.; SALAMEH, D.; LOUKA, N.; MAROUN, R. G.; LANOISELLÉ, J. L. Anaerobic digestion of grape pomace: Biochemical characterization of the fractions and methane production in batch and continuous digesters. *Waste Management*. 2016;50;275-282.
20. EL ACHKAR, J. H.; LENDORMI, T.; HOBAIKA, Z.; SALAMEH, D.; LOUKA, N.; MAROUN, R. G.; LANOISELLÉ, J. L. Anaerobic digestion of nine varieties of grape pomace: Correlation between biochemical composition and methane production. *Biomass and Bioenergy*. 2017;107;335 – 344.
21. ALMEIDA, P. V.; RODRIGUES, R. P.; MENDES, C. V. T.; SZELĄG, R.; PIETRZYK, D.; KLEPACZ-SMOŁKA, A.; QUINA, M. J. Assessment of NIR spectroscopy for predicting biochemical methane potential of agro-residues – A biorefinery approach. *Biomass and Bioenergy*. 2021;151.
22. FABBRI, A.; BONIFAZI, G.; SERRANTI, S. Micro-scale energy valorization of grape marcs in winery production plants. *Waste Management*. 2015;36;156 – 165.
23. ALLISON, B. J.; SIMMONS, C. W. Obtaining Multiple Coproducts from Red Grape Pomace via Anthocyanin Extraction and Biogas Production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2018;66;8045 – 8053.
24. FILLIPI, K.; Stylianou, E.; Pateraki, C.; Koutinas, A.; Ladakis, D. Pretreatment of Grape Pomaces and Stalks Using Deep Eutectic Solvents for Succinic Acid Production Integrated in a Biorefinery Concept. *Waste and Biomass Valorization*. 2023;14;2857-2872.

MONITORAMENTO TECNOLÓGICO DE EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS COM APLICAÇÕES EM ALIMENTOS

Lígia Maria Gonçalves Fernandes¹, Leonardo César da Silva², Beatriz de Aquino Marques da Costa³, Tatiana Souza Porto⁴.

¹Estudante do Curso de Doutorado em Biociência Animal – PGBA –UFRPE; E-mail: profmlmgf@yahoo.com.br, ²Estudante de Graduação do Curso de Engenharia Ambiental – UFRPE, ³Estudante do Curso de Doutorado em Biotecnologia- RENORBIO – UFRPE, ⁴Docente do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal – DMFA - UFRPE

Resumo: A produção predominante de materiais plásticos é atualmente realizada por indústrias petroquímicas, utilizando recursos não renováveis derivados do petróleo. Esses plásticos sintéticos são notoriamente resistentes à degradação, exigindo séculos para iniciar o processo, e gerando microplásticos persistentes. O impacto ambiental, ecológico e na saúde pública decorrente desse acúmulo de resíduos é bastante significativo e preocupante. Na indústria de alimentos, embalagens de plástico sintético são amplamente empregadas, intensificando as preocupações globais devido aos desafios de disposição e aos efeitos adversos. Como resposta a essa problemática, observa-se uma crescente transição para plásticos biodegradáveis e embalagens ativas, produzidos a partir de fontes renováveis, biopoliméricas, mantendo propriedades similares aos plásticos convencionais. Assim, objetiva-se avaliar o monitoramento tecnológico acerca das embalagens biodegradáveis com aplicações na indústria de alimentos estimando a prospecção de patentes ao longo dos últimos quinze anos utilizando bancos de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), Latipat e a Derwent Innovations Index (DII). Entre as bases de dados monitoradas, a DII apresentou maior quantidade de registros de patentes indexadas em relação ao INPI e Latipat. Apesar da quantidade de patentes brasileiras depositadas no INPI apresentar um acervo inferior de registros quando comparadas com DII, foi possível observar uma tendência de crescimento para este tipo de tecnologia no Brasil. Esses resultados indicam a importância de promover práticas ecologicamente sustentáveis, visando reduzir a presença de embalagens não biodegradáveis no mercado global. Investir em tecnologias verdes pode oferecer alternativas promissoras para embalagens biodegradáveis no futuro, destacando a necessidade do monitoramento tecnológico e de inovação sustentável no setor de alimentos.

Palavras-chave: Monitoramento tecnológico; Embalagem biodegradável, Indústria de alimentos.

INTRODUÇÃO

Os polímeros desempenham um papel fundamental no cotidiano, dadas suas amplas propriedades desejáveis e a facilidade inerente à sua fabricação. A produção global de plásticos provenientes de fontes fósseis apresentou um incremento notável, passando de

cerca de 332 milhões de toneladas em 2018 para aproximadamente 352,3 milhões de toneladas em 2021. Esses números revelam um substancial aumento quando contrastados com a produção de plásticos reciclados pós-consumo e plásticos de origem biológica, que, no mesmo período, variaram de 33,2 milhões de toneladas para 38,4 milhões de toneladas. É importante salientar que a Ásia representou a maior parcela dessa produção, contribuindo com 52%, seguida pela Europa (18%), América do Norte (18%), Médio Oriente e África (8%) e América do Sul e Central (4%) (1).

No período de 1950 a 2015, uma quantidade expressiva de 5 bilhões de toneladas de plástico foi descartada em aterros sanitários ou liberada no meio ambiente, o que corresponde a aproximadamente 79% da produção total de plástico durante esse intervalo de tempo. Projeções indicam que, até o ano de 2050, esse número deve alcançar a significativa marca de 12 bilhões de toneladas (1,2).

Cerca de 99%, dos materiais plásticos é produzida por indústrias petroquímicas, utilizando recursos derivados do petróleo, uma fonte não renovável que apresenta limitada capacidade de biodegradação (1,3,4). Entretanto, os plásticos sintéticos requerem centenas de anos para iniciar seu processo de degradação e mesmo assim não ocorre de forma completa, resultando na formação de partículas microscópicas, os microplásticos (5). Portanto, estes materiais não são passíveis de degradação física, química e biológica, culminando em um aumento no volume de resíduos (6). Esses resíduos desencadeiam uma série de repercussões ambientais, ecológicas e de saúde de grande magnitude.

É relevante ressaltar que, embora esses materiais plásticos tenham uma relevância indiscutível na vida cotidiana, o Brasil, por exemplo, registrou uma produção excedendo 11,3 milhões de toneladas de plásticos no ano de 2019, um dado que suscita preocupações. Isso ocorre devido às propriedades dos plásticos de origem fóssil, que se caracterizam por sua notável estabilidade e pela resistência à degradação no ambiente natural (7). Portanto, é imprescindível buscar materiais alternativos para embalagens de alimentos a fim de superar tais impactos e diminuir a utilização insustentável de plásticos. A sustentabilidade dos biopolímeros está intrinsecamente ligada à valorização dos resíduos, à disponibilidade da fonte e à capacidade de biodegradação do material(8,9).

No âmbito da indústria de alimentos, essas embalagens de plástico sintético são extensivamente empregadas, e o agravamento das dificuldades de sua disposição, bem como os efeitos prejudiciais ao ambiente e à saúde pública resultantes da sua não degradabilidade, têm elevado as preocupações a nível global (10). No cenário atual, observa-se uma crescente adesão à transição do uso de plásticos sintéticos para materiais alternativos e biodegradáveis, que apresentam características ecologicamente sustentáveis (11). Os polímeros biodegradáveis emergiram como uma alternativa em diversas aplicações industriais para mitigar os riscos associados aos plásticos não biodegradáveis.

Os plásticos biodegradáveis são definidos como "plásticos suscetíveis à degradação pela ação de microrganismos, como bactérias, fungos e algas" (12). Sua produção é baseada em fontes renováveis, mantendo propriedades similares (resistência à tração, propriedades térmicas, alongamento na ruptura, taxa de transmissão de vapor de água e taxa de transmissão de oxigênio) aos plásticos convencionais, como o PET (tereftalato de polietileno), PP (polipropileno), PE (polietileno), entre outros (13). A decomposição dos plásticos biodegradáveis resulta em água, dióxido de carbono, compostos inorgânicos ou biomassa (2). A aplicação principal desses plásticos está nas embalagens de alimentos e no setor agrícola. Nas indústrias alimentícias, a embalagem desempenha funções

multifacetadas, tais como proteção, aprimoramento da qualidade e segurança alimentar, extensão da vida útil e facilitação do manuseio, armazenamento e transporte (8,14).

Diversos materiais biológicos, como proteínas, polissacarídeos, lipídios, entre outros biopolímeros, foram documentados na literatura como passíveis de utilização no desenvolvimento de embalagens ativas e biodegradáveis (5,15). Esses novos sistemas exibem propriedades físicas, mecânicas, ópticas e de barreira comparáveis aos materiais de embalagem de origem sintética (16). Para aprimorar ainda mais a funcionalidade dos materiais de embalagem biodegradáveis, eles são enriquecidos com ingredientes bioativos, tais como antimicrobianos, antioxidantes, vitaminas, flavonoides etc. Essas embalagens ativas também são empregadas para a liberação de compostos bioativos, incrementando o valor nutricional dos produtos alimentícios ou estendendo a vida útil dos produtos embalados (5,9,17).

O monitoramento tecnológico de embalagens biodegradáveis desempenha um papel fundamental no progresso e contínuo aprimoramento dessa tecnologia. Consiste em uma abordagem sistemática para a análise prospectiva e tecnológica, envolvendo a coleta, análise e interpretação de informações pertinentes às inovações tecnológicas e patentes existentes no domínio das embalagens biodegradáveis. Em resumo, representa uma ferramenta estratégica que impulsiona a inovação, orienta a pesquisa e o desenvolvimento, e contribui para o eficaz avanço das embalagens biodegradáveis, fomentando práticas mais sustentáveis no setor de embalagens na indústria alimentícia.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo o monitoramento tecnológico de patentes foi realizado utilizando informações dos principais bancos de patentes existentes como a Dewert Innovations Index (DII), Latipat e o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) durante o período de 2008 a outubro de 2023, fazendo o uso de palavras-chave específicas e condicionantes como estão apresentados na Tabela 1.

DERWENT INNOVATIONS INDEX

A Derwent Innovations Index é um banco de patentes com mais de 14 milhões de registro de patentes dos mais diversos escritórios de patentes do mundo. Além disso, é uma base que possui acesso integrado a outros recursos e ferramentas da Web of Science. A pesquisa consistiu em acessar a base de dados através do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) utilizando o acesso de comunidade federada.

Após acesso, foi realizada uma pesquisa avançada utilizando palavras-chave em inglês para obter uma maior abrangência de documentos indexadas no banco de patentes. As palavras-chave foram utilizadas no campo “Tópico”, que abrange palavras-chave no título e resumo. As palavras-chave utilizadas foram “packing”, “biodegradable”, “foods”, que significam em língua portuguesa “embalagem”, “biodegradável”¹ e “alimentos”, respectivamente. Para mais, foi utilizado o operador booleano “AND” para restringir ao máximo a prospecção desejada.

Devido DII possuir abrangência mundial de patentes indexadas, a pesquisa obteve um quantitativo que resultou em uma análise macro de patentes, isto é, uma análise que avaliou informações superficiais como a série histórica de publicações, as áreas de conhecimento e as principais classificações dos documentos de acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC).

LATIPAT

A Latipat é uma base de patentes que possui interface com a Espacenet e abrange documentos de patentes dos principais escritórios de patentes de países da América Latina como Brasil, Argentina, México entre outros países da região. Além dos escritórios sul-americanos, existe uma cooperação com a Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), que é responsável pelos registros de propriedade intelectual da Espanha.

Inicialmente, para acessar o banco de dados foi necessário utilizar o acesso através do portal de periódicos da CAPES. Em seguida, foi realizada uma busca avançada utilizando as mesmas palavras-chave em português no campo “Título ou Resumo” com auxílio do operador booleano “AND”.

INPI

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial é o órgão responsável por regular as normas sobre propriedade industrial em território nacional. O escritório brasileiro é responsável pelos registros e concessões de propriedade industriais como marcas, indicações geográficas, desenhos industriais e patentes desde 1970.

Em pesquisa avançada, utilizou-se as palavras-chave apenas nos campos Título ou Resumo, e a combinação Título e Resumo. Verificou-se melhores resultados quando se fez o uso das palavras-chave apenas no Resumo, visto que a pesquisa apenas no Título e na combinação dos campos excluía documentos pertinentes ao monitoramento tecnológico.

Tabela 1 – Critérios de busca nas bases de dados

Base de dados	Palavras-chave	Campo
Derwent Innovations Index	packing and biodegradable and foods	Tópico (título e resumo)
Latipat	embalagem and biodegradável and alimentos	Título ou resumo
INPI	embalagem and biodegradável and alimentos	Título
INPI	embalagem and biodegradável and alimentos	Resumo
INPI	embalagem and biodegradável and alimentos	Título e resumo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do monitoramento tecnológico sobre embalagens biodegradáveis com aplicações alimentícias nas três bases de dados analisadas, constatou-se que a base da Derwent Innovations Index apresentou maior quantidade de patentes indexadas. Isso pode ser explicado devido a DII apresentar um maior banco de dados e documentos e abranger diversos escritórios de patentes de todo o mundo. Os resultados obtidos através do banco de dados da Latipat apresentaram similaridade nos documentos encontrados quando comparados com o banco do INPI. Assim, devido as semelhanças, apenas os resultados derivados do INPI foram levados em consideração. Estes dados podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidade patentes encontradas no monitoramento tecnológico

Base de dados	Número de patentes
Derwent Innovations Index	300
Latipat	21
INPI	27

DERWENT INNOVATIOS INDEX

A Figura 1 apresenta a evolução de indexações de patentes no banco de dados da DII durante os últimos 15 anos. É possível observar que durante o ano de 2014 houve uma queda na quantidade de registros e permaneceu com poucas patentes indexadas até 2017. Entretanto, nos últimos 5 anos foram indexados 143 documentos representando aproximadamente 44% do total de patentes encontradas nesta base de dados, coincidindo com o aumento da conscientização mundial sobre a importância do uso sustentável das embalagens biodegradáveis e da mobilização social a cerca deste tema. É conhecido que essas tecnologias são altamente eficazes na extensão da vida útil e na preservação da qualidade dos alimentos (14). Um estudo de prospecção tecnológica e científica sobre embalagens ativas destinadas a alimentos, pode ser consultado no trabalho realizado por Anjos et al. (17) e Nascimento et al. (9).

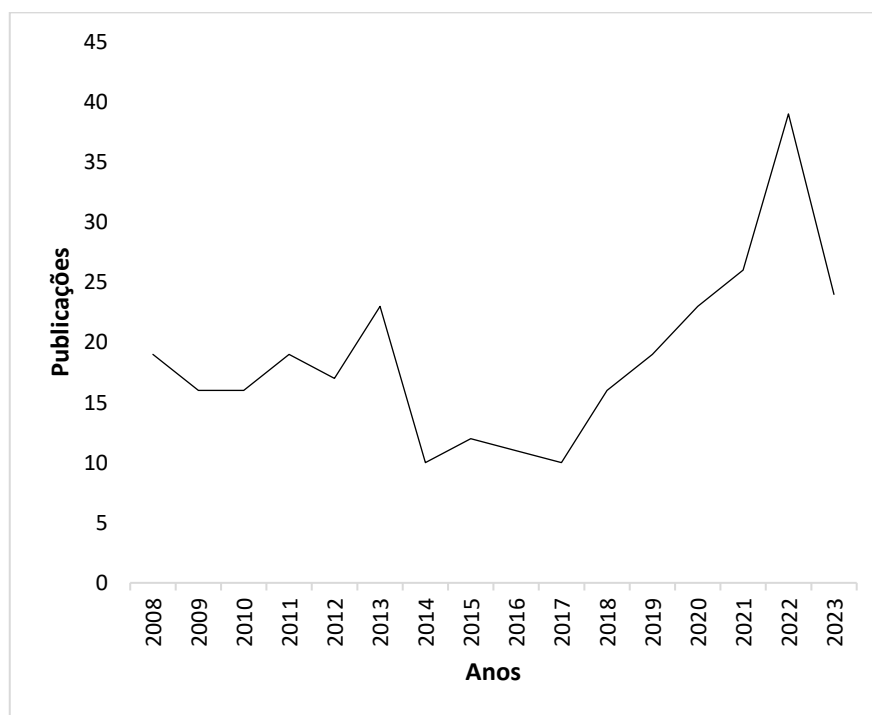


Figura 1 – Evolução de patentes indexadas ao longo de 15 anos na base de dados da Derwent Innovatios Index.

Esta tendência ocorre em todos os setores do mercado, não só na indústria de alimentos. Isso pode ser observado na Figura 2, que apresenta a relação percentual de patentes encontradas e a área de conhecimento que o documento se enquadra. A área de conhecimento Ciência do polímero, Química e Engenharia lideram na inovação de embalagens biodegradáveis. A área de conhecimento em Tecnologia de Ciência de Alimentos foi a sexta área mais relevante entre as patentes encontradas neste monitoramento, lembrando que uma única patente pode se enquadrar em mais de uma área de conhecimento quando tem interesses afins.

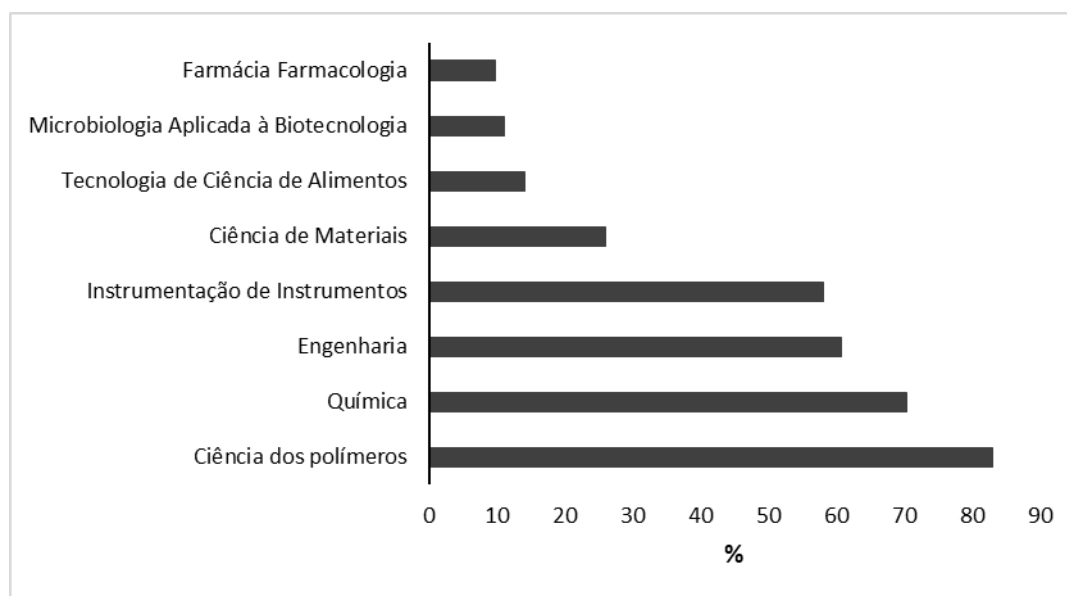


Figura 2 – Classificação de patentes por área de conhecimento.

A Classificação Internacional de Patentes (IPC) tem como finalidade a uniformização de documentos de patentes em relação ao estado da técnica e assim, contribuir e facilitar o acesso às informações tecnológicas disponíveis pelos escritórios de patentes do mundo. A Tabela 3 apresenta as 5 principais classificações encontradas pelo monitoramento tecnológico. Assim como as áreas de conhecimento, as patentes podem ter mais de uma classificação de acordo com o IPC e assim há como delinear melhor a pesquisa de acordo com classificação mais frequente do documento preterido.

Tabela 3 – Classificações mais frequentes de documentos de acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC).

IPC	Descrição da classificação	Nº de registros	%
B65d-065/46	Aplicações de materiais desintegráveis, dissolúveis ou comestíveis	60	20
C08j-005/18	Manufatura de artigos ou materiais modelados contendo substâncias macromoleculares; manufatura de películas ou folhas	48	16
C081-067/04	Poliésteres derivados de ácidos hidrocarboxílicos	37	12,3
C081-003/02	Composições de amido, amilose ou amilopectina ou seus derivados	30	10

INPI

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial apresentou 27 registros de documentos durante o período de monitoramento realizado, representando 9% de documentos em relação a Derwent Innovations Index. A Figura 3 apresenta a evolução histórica de depósitos e publicações de patentes no escritório brasileiro. Analisando a mesma

Figura, é possível observar que a partir do ano de 2016 se inicia um avanço de depósitos e publicações que é exemplificada na tabela 4, mostrando alguns documentos de patentes depositadas sobre embalagens biodegradáveis na indústria de alimentos.

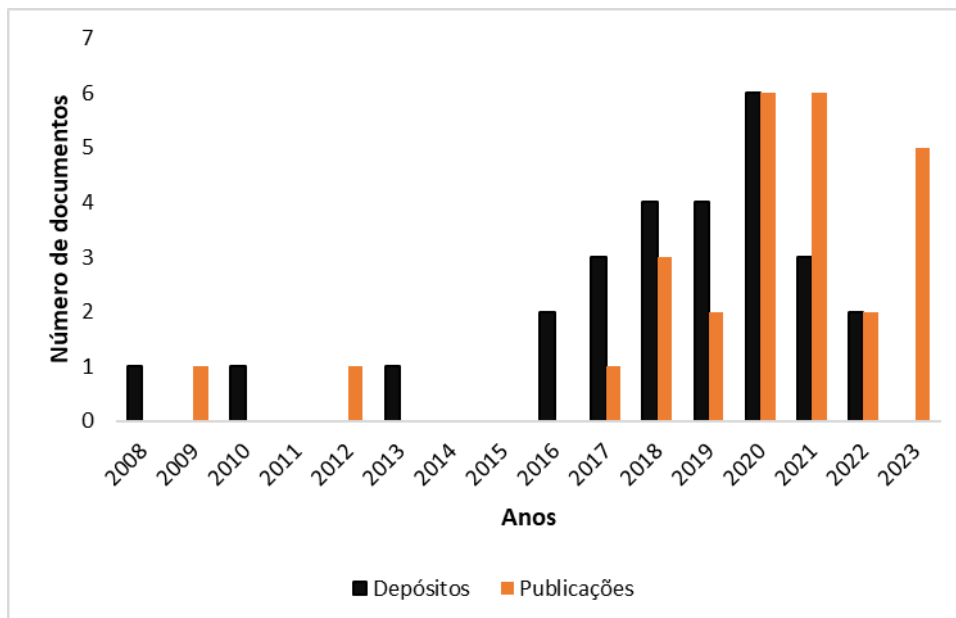


Figura 3 – Evolução de depósitos e publicações ao longo dos últimos 15 anos.
Fonte: autores de acordo com os dados obtidos na base de dados.

Tabela 4 – Exemplos de documentos de patentes pertinentes ao monitoramento tecnológico de embalagens biodegradáveis com aplicações alimentícias.

Pedido	Depósito	Título	IPC
BR 10 2016 014995 9	24/06/2016	Embalagem alimentícia à base de bionanocompósito polímero biodegradável/argila	C08L 3/00
BR 10 2018 075335 5	06/12/2018	Filme biodegradável, processo de obtenção do extrato da casca de pinhão e do filme biodegradável e uso do filme biodegradável como embalagem para alimentos	C08L 3/02
BR 10 2019 010404 0	22/05/2019	Elaboração de um plástico filme biodegradável à base de extratos de resíduo de uva syrah (<i>Vitis vinifera</i>) e <i>Moringa oleifera</i> para embalar alimentos e aumentar a vida de prateleira	C08L 3/04
BR 10 2020 003360 3	18/02/2020	Filme plástico biodegradável para embalagem de alimentos perecíveis	C08L 3/00
BR 10 2021 023134 3	18/11/2021	Produto e processo de produção de embalagem de alimentos reciclável e biodegradável	B32B 27/40

Entre os principais depositantes em território nacional, as universidades públicas se destacam como as principais responsáveis pelo depósito de patentes. De acordo com a prospecção realizada neste trabalho, as universidades representam 59,3% dos registros, seguido de instituições privadas e pessoas físicas representando 22,2% e 18,5% respectivamente (Figura 4).

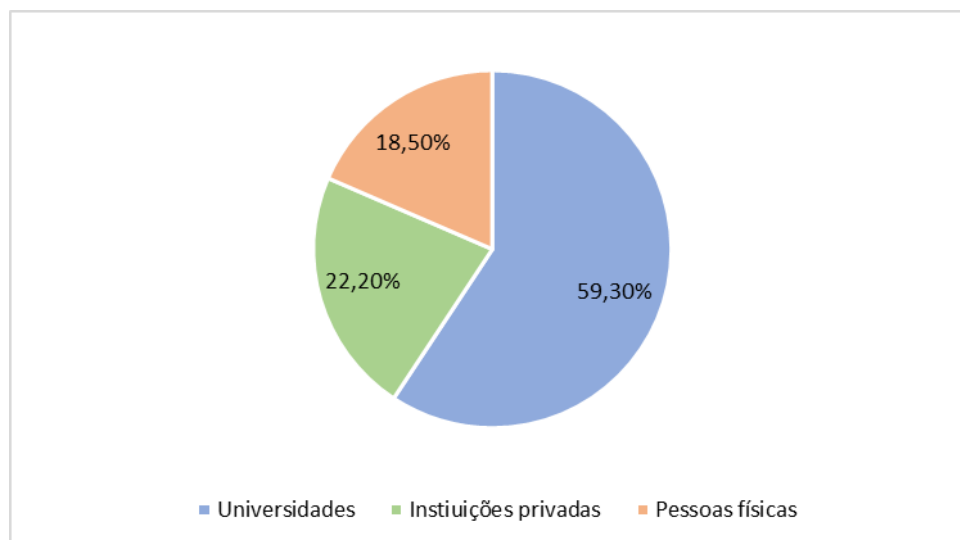


Figura 4 – Principais depositantes de patentes no Brasil.

CONCLUSÃO

A análise de monitoramento tecnológico revelou um crescimento constante no número de patentes relacionadas a embalagens biodegradáveis na indústria de alimentos nos últimos quinze anos. Ao comparar os dados de depósito de patentes entre o INPI, Latipat e Derwent Innovations Index (DWI), observou-se uma quantidade significativamente menor de patentes no banco de dados brasileiro e a Latipat.

Os resultados obtidos sugerem que a prospecção futura é um aumento nessa linha de tendência quanto aos depósitos de patentes relacionados a embalagens biodegradáveis. Esse cenário enfatiza a importância da implementação de práticas ecologicamente sustentáveis, visando a redução, no mercado global, das embalagens não biodegradáveis. O estímulo a essas tecnologias verdes e embalagens ativas oferece um vasto potencial como alternativa para embalagens biodegradáveis no futuro, ressaltando a necessidade de investimentos e estratégias que promovam a inovação sustentável neste setor.

REFERÊNCIAS

1. Europe P. Plastics – the Facts 2022. Plast Eur [Internet]. 2022;1–81. Available from: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>
2. Song JH, Murphy RJ, Narayan R, Davies GBH. Biodegradable and compostable alternatives to conventional plastics. Philos Trans R Soc B Biol Sci.

2009;364(1526):2127–39.

3. Ayyubi SN, Purbasari A, Kusmiyati. The effect of composition on mechanical properties of biodegradable plastic based on chitosan/cassava starch/PVA/crude glycerol: Optimization of the composition using Box Behnken Design. *Mater Today Proc* [Internet]. 2022;63:S78–83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.294>
4. Mangaraj S, Yadav A, Bal LM, Dash SK, Mahanti NK. Application of Biodegradable Polymers in Food Packaging Industry: A Comprehensive Review. *J Packag Technol Res*. 2019;3(1):77–96.
5. Westlake JR, Tran MW, Jiang Y, Zhang X, Burrows AD, Xie M. Biodegradable biopolymers for active packaging: demand, development and directions. *Sustain Food Technol*. 2023;1(1):50–72.
6. Ivankovic A, Zeljko K, Talic S, Bevanda AM, Lasic M. Biodegradable Packaging in the food industry. *J Food Saf Food Qual*. 2017;2(October):23–52.
7. Tateiwa J, Kimura S, Kasuya K ichi, Iwata T. Multilayer biodegradable films with a degradation initiation function triggered by weakly alkaline seawater. *Polym Degrad Stab* [Internet]. 2022;200:109942. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2022.109942>
8. Souza FRA de, Oliveira JST de, Silva DP da, Oliveira MG de, Neves DD, Silva WE da, et al. Biopolímeros Na Indústria De Alimentos: Do Aproveitamento De Resíduos Agroindustriais a Produção De Biopolímeros. *Avanços em Ciência e Tecnol Aliment - Vol 4*. 2021;370–88.
9. Nascimento SS, Delfino AV, Abreu FC, Santos DM. Prospecção Tecnológica sobre Embalagens Ativas para Alimentos. *Cad Prospecção*. 2021;14(4):1310–25.
10. Friedrichsen JSA, Ferreira CSR, Frigo G, Gomes E da S, Silva JF, Silva PG, et al. O uso de amido como proposta para embalagens biodegradáveis – Uma revisão. *Res Soc Dev*. 2022;11(14):e282111436449.
11. Luckachan GE, Pillai CKS. Biodegradable Polymers- A Review on Recent Trends and Emerging Perspectives. *J Polym Environ*. 2011;19(3):637–76.
12. BRITO FG, AGRAWAL P, ARAÚJO EE, MELO AJT. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. *Rev Eletrônica Mater e Process*. 2011;6(2):127–39.
13. Shaikh S, Yaqoob M, Aggarwal P. An overview of biodegradable packaging in food industry. *Curr Res Food Sci* [Internet]. 2021;4:503–20. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.07.005>
14. VILELA C et al. A concise guide to active agents for active food packaging. *Trends*



- Food Sci Technol. 2018;80(july):212–22.
15. Suderman N, Isa MIN, Sarbon NM. The effect of plasticizers on the functional properties of biodegradable gelatin-based film: A review. *Food Biosci.* 2018;24(September 2017):111–9.
 16. Yuan G, Chen X, Li D. Chitosan films and coatings containing essential oils: The antioxidant and antimicrobial activity, and application in food systems. *Food Res Int* [Internet]. 2016;89:117–28. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.10.004>
 17. ANJOS HA dos et al. Antimicrobial and Antioxidant Active Food Packaging: Technological and Scientific Prospection. *Recent Pat Biotechnol.* 2020;14(2):99–111.

EMPREGO DE FOTOPEROXIDAÇÃO PARA TRATAMENTO DA MISTURA DOS CORANTES ALIMENTÍCIOS AMARELO TARTRAZINA E ROXO AÇAÍ

Débora da Costa Pedrosa ¹; Vanessa de Oliveira Marques Cavalcanti ²; Naiana Santos da Cruz Santana Neves ³; Daniella Carla Napoleão ⁴

¹Graduanda do Curso de Engenharia de Alimentos- CTG/DEQ – UFPE; e-mail: debora.pedrosa@ufpe.br

²Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – CTG/DEQ – UFPE; e-mail: vanessaom.cavalcanti@ufpe.br

³Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – CTG/DEQ – UFPE; e-mail: naiana.santana@ufpe.br

⁴Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Química – CTG/DEQ – UFPE; e-mail: daniella.napoleao@ufpe.br

Resumo: A indústria alimentícia enfrenta desafios significativos relacionados ao uso de corantes, buscando encontrar um equilíbrio entre a criação de produtos atraentes visualmente e a garantia da segurança e saúde dos consumidores. Os corantes alimentícios apresentam estruturas complexas, além de serem não biodegradáveis. Dessa forma, faz-se necessária a utilização de técnicas adequadas para o tratamento dos efluentes industriais que contém estas substâncias. Nesse contexto, os processos oxidativos avançados (POA) são favoráveis no tratamento de contaminantes persistentes. Logo, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência da degradação da mistura dos corantes amarelo tartrazina e roxo açaí pelo processo de fotoperoxidação em reator de bancada equipado com lâmpadas UV-C, analisando concentrações diferentes de agente oxidante, sendo elas 10, 20, 30, 40 e 50 mg.L⁻¹. Além disso, os dados experimentais foram testados ao modelo cinético proposto por Chan e Chu (2003) e a toxicidade avaliada utilizando sementes de couve. A partir dos resultados, observou-se que o processo fotoperoxidação/UV-C conseguiu promover a degradação dos compostos, através de uma cinética de degradação de pseudo primeira ordem, seguindo um modelo não linear. Por fim, nenhuma das soluções analisadas apresentaram diminuição nos índices de germinação e de crescimento radicular das sementes de couve.

Palavras-chave: Estudo cinético; Toxicidade; UV-C

INTRODUÇÃO

A poluição ambiental é um dos maiores problemas da sociedade moderna, por isso é motivo de preocupação mundial. Os diferentes tipos de poluentes causam riscos à saúde humana, com efeitos antropogênicos e carcinogênicos que podem comprometer as gerações futuras. Devido à ação antrópica, as variadas alterações ambientais têm causado alteração significativa na qualidade do solo, do ar e da água (1).

Quando se trata de poluição aquática é necessário atentar para a qualidade dos corpos hídricos, que por vezes recebem poluentes oriundos da falta de tratamento adequado dos efluentes industriais e domésticos (1). Por este motivo é necessário avaliar a eficiência dos

processos físicos, químicos e biológicos aplicados nas estações de tratamento de efluentes (ETE), para então propor o uso de técnicas complementares (2).

Os principais resíduos gerados pela indústria alimentícia são líquidos e resíduos sólidos provenientes da produção dos alimentos. Cada um deles tem uma forma diferente de tratamento, sendo necessários atenção e cuidado profissional especializado, pois possuem substâncias altamente poluentes que podem prejudicar o meio ambiente (3). Portanto, um estudo detalhado sobre o tratamento desses resíduos é de extrema importância para controlar e manter os níveis de poluição resultantes dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

No Brasil, a lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que tem como objetivo assegurar disponibilidade de água com padrões de qualidade adequados aos respectivos usos pela utilização racional e integrada dos recursos hídricos (4). A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 de 2005, como instrumento da PNRH, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Nela, são descritos os níveis de qualidade que os corpos receptores devem possuir para atender às necessidades das comunidades (5). Já a resolução CONAMA nº 430 de 2011 complementa e altera a anterior, dispondo sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, que só poderá ocorrer diretamente no corpo receptor, após obedecer aos padrões previstos no Artigo 16º desta resolução (6).

Além de atender às legislações citadas é necessário estar atento a presença de contaminantes orgânicos utilizados como aditivos na indústria alimentícia. Os corantes, por exemplo, são substâncias adicionadas aos alimentos com o objetivo de proporcionar cor ou intensificar a que já possuem, melhorando, assim, suas características físicas. O consumo em excesso dessas substâncias pode causar impactos na saúde humana, como desenvolvimento de hipertensão arterial, diabetes, hipersensibilidade, irritabilidade e alergias, e, também, no meio ambiente, interferindo na água, na vegetação e consequentemente, em toda vida que faz parte do ecossistema atingido (7).

Considerando os aspectos citados, é importante empregar tratamentos capazes de degradar poluentes orgânicos persistentes (POP) como os corantes, uma vez que os tratamentos convencionais são pouco eficientes para estes contaminantes. Assim, os processos oxidativos avançados (POA) vêm sendo aplicados com a finalidade de promover a degradação de compostos orgânicos. Os POA ocorrem na presença de um agente oxidante, que atua formando o radical hidroxila. Este radical pode ser formado de várias maneiras a depender do tipo de empregado (8).

Dentre os tipos de POA a fotoperoxidação merece destaque por conseguir tratar diferentes classes de POP. Neste processo, tem-se a fotólise do H₂O₂ na presença de uma fonte de radiação. Esta fonte pode ser obtida através do uso de lâmpadas que emitem na faixa do ultravioleta (UV) e do visível. A escolha correta da fonte luminosa permitirá uma degradação mais rápida do contaminante em um menor tempo. Pesquisadores utilizaram POA para degradar uma mistura dos corantes alimentícios verde folha e roxo açaí. Para tal, os autores empregaram uma fonte de radiação UV-C e atingiram 98,17 e 95,99% de degradação para os grupamentos cromóforos monitorados após 60 min de tratamento via fotoperoxidação (9).

Na literatura também é possível encontrar autores que fizeram uso do processo de fotoperoxidação para tratar uma outra classe de POP os fármacos. Os autores utilizaram uma fonte de radiação UV-C para degradar a lamivudina (medicamento usado no tratamento da

AIDS), conseguindo atingir 95% de degradação após exposição ao tratamento por um período de 60 min (10).

Deste modo, o presente estudo avaliou a eficiência do processo de fotoperoxidação para promover a degradação da mistura dos corantes alimentícios amarelo tartrazina (AT) e roxo açai (RA) em solução aquosa. Para tal, esse trabalho analisou a melhor concentração do H_2O_2 e realizou um estudo cinético e de toxicidade das soluções antes e após o tratamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Solução de trabalho

Os experimentos foram realizados a partir de uma solução aquosa contendo os corantes amarelo tartrazina (AT) e roxo açai (RA) (F. Trajano) a uma concentração de 10 $mg \cdot L^{-1}$ de cada. Para determinação de seus comprimentos de onda característicos (λ), a solução de corantes foi submetida a uma varredura espectral em um espectrofotômetro de ultravioleta/visível (Thermo Scientific), em uma faixa de 200 a 600 nm. Em seguida, foram construídas curvas analíticas na faixa linear de 1 a 15 $mg \cdot L^{-1}$

Estudo de degradação

Os ensaios de degradação foram realizados em um béquer com capacidade para 600 mL, o qual foi disposto em uma caixa de madeira revestida com folhas de papel alumínio e equipada com 3 lâmpadas UV-C (OSRAM) dispostas em paralelo com potência de 30 W e 90 cm de comprimento cada. O desenho esquemático da câmara radiação está apresentado na Figura 1.

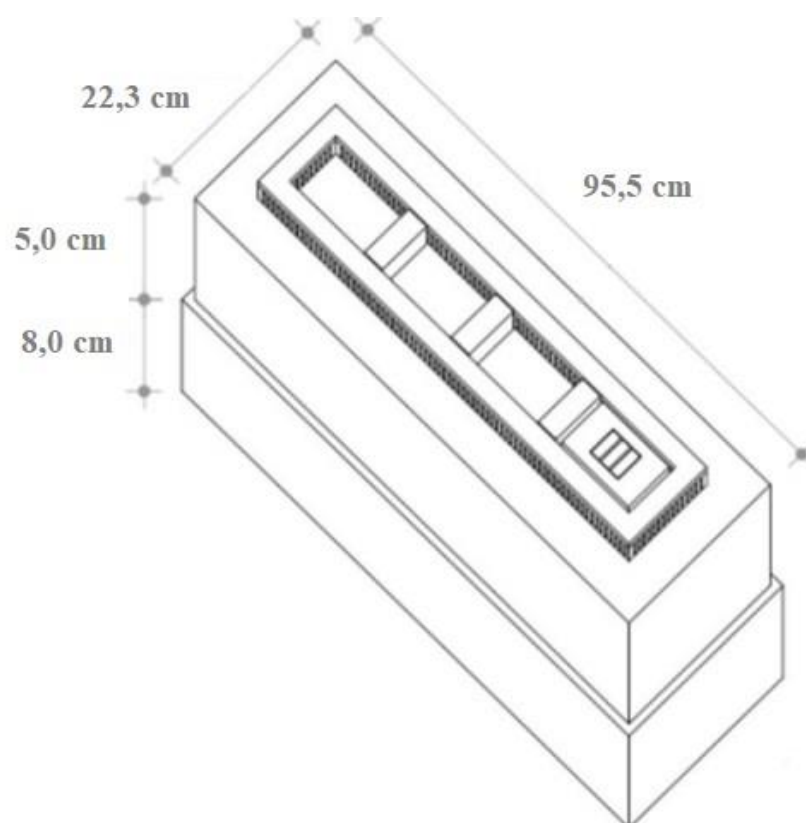


Figura 1 – Desenho esquemático da câmara de radiação equipada com lâmpadas UV-C
Fonte: adaptado (11)

A avaliação da degradação foi testada através do processo de fotoperoxidação por 90 min. Para tal, os experimentos foram realizados no fotorreator adicionando-se 200 mL da mistura dos corantes ao béquer, mantendo-se o pH natural da solução (entre 5-6). Vale ressaltar que inicialmente foram realizados ensaios para avaliar apenas a contribuição da radiação (fotólise), nas condições supracitadas. As concentrações de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 30% v/v (Química Moderna) ($[\text{H}_2\text{O}_2]$) utilizadas nos ensaios de fotoperoxidação foram iguais a 10, 20, 30, 40 e 50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Estudo da cinética de degradação e determinação do H_2O_2 residual

Diante das melhores condições experimentais obtidas nos ensaios anteriores estudou-se a cinética de degradação da solução dos corantes. Os ensaios foram realizados com 200 mL da solução trabalho com retirada de alíquotas em intervalos de tempo de 0, 5, 7, 10, 20, 30, 45, 60, 75 e 90 min. A partir dos resultados obtidos, os dados experimentais foram avaliados quanto ao ajuste ao modelo cinético proposto por (12) (Equação 1).

$$\frac{[C]}{[C]_0} = 1 - \frac{t}{\rho + \sigma t} \quad (1)$$

Em que: C e C_0 são as concentrações do contaminante ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) ao término e no início

do tratamento em um tempo reacional t (min), ρ constante relacionada à cinética de reação (dada em min) e σ a capacidade de oxidação (adimensional).

Além da quantificação dos corantes, após o estudo cinética a concentração residual de H_2O_2 também foi determinada. Para tal, utilizou-se método colorimétrico descrito por (13).

Toxicidade

As análises de toxicidade das soluções aquosas contendo os corantes em estudo foram realizadas através de ensaios empregando sementes de couve (*Brassica oleracea var. acephala*; Isla). Estas sementes foram expostas às soluções dos corantes antes e após os tratamentos selecionados, além da solução de ácido bórico 3% (controle positivo) e água destilada (controle negativo). Os ensaios ocorreram por 120 h, à temperatura de 25 ± 1 °C, em ausência de luz. Foram dispostas 20 sementes em placas de Petri, que foram umedecidas com 4 mL de cada solução em estudo. Foram calculados os valores dos índices de crescimento radicular (ICR) e de germinação (IG) conforme descrito por (14).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Solução de trabalho

Inicialmente, foi feita a varredura espectral da mistura aquosa dos corantes, visando determinar os comprimentos de onda característicos (λ). O espectro obtido está apresentado na Figura 2.

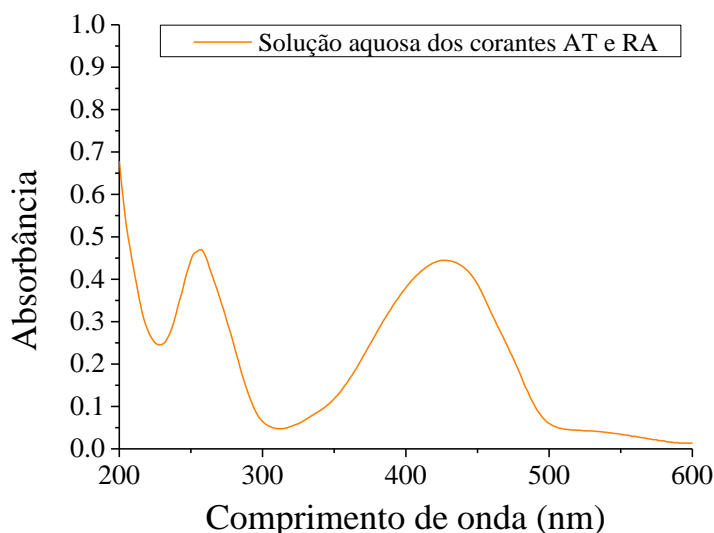


Figura 2 – Espectro da solução dos corantes AT e RA, com concentração de $10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, em mistura

Fonte: a autora

Conforme mostrado na Figura 2, verifica-se a presença de dois picos característicos para a solução analisada, sendo eles 257 e 428 nm. Os comprimentos de onda (λ) selecionados estão de acordo com a literatura (8).

Feito isto, foram construídas curvas analíticas nos dois λ selecionado. Assim, a linearidade do método foi avaliada através do coeficiente de correlação (r), cujos valores foram 0,99. Estes resultados atendem à exigência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária conforme a Resolução da diretoria colegiado (RDC) nº 166 de 2017 (15).

Estudo de degradação

Para o estudo de degradação dos corantes em solução, inicialmente avaliou-se a contribuição da fotólise. Após 90 min de experimento, obteve-se apenas percentuais de 3,66 e 4,98% para os grupamentos monitorados nos λ de 257 e 428 nm, respectivamente. Os dados obtidos ao empregar o sistema fotoperoxidação/UV-C, nas cinco $[\text{H}_2\text{O}_2]$ avaliadas, estão dispostos na Figura 3.

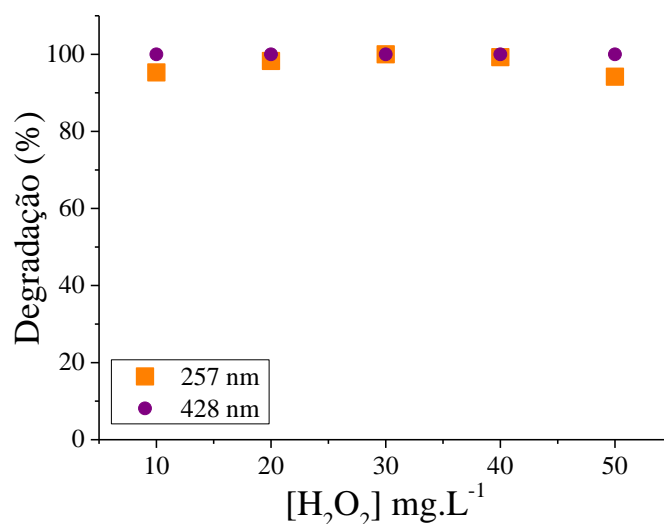


Figura 3 – Gráfico da degradação da mistura dos corantes amarelo tartrazina e roxo açáí.

Fonte: a autora

Conforme mostrado na Figura 3, os valores dos percentuais de degradação foram semelhantes para todas as concentrações analisadas. Destaca-se ainda que após 90 min de reação ao fazer uso da concentração de 30 mg.L⁻¹ do agente oxidante promoveu-se 100,00% de degradação dos contaminantes nos λ monitorados. Nota-se um pequeno decaimento nestes percentuais quando utilizado as maiores concentrações de H_2O_2 (40 e 50 mg.L⁻¹), isto pode ser justificado pelo excesso dessa substância na reação. Segundo (16), este fato pode causar reações paralelas indesejadas, formando espécies com um potencial de oxidação inferior aos $\bullet\text{OH}$, como os superóxidos e hidropoxila, por exemplo. A presença destes radicais de menor potencial oxidativo diminui a eficiência do tratamento. Desta forma, para o estudo cinético, além da utilização da melhor $[\text{H}_2\text{O}_2]$ (30 mg.L⁻¹), também foi analisado o

perfil cinético do tratamento proposto com as concentrações 10 e 20 mg.L⁻¹. Este estudo foi realizado com o objetivo de verificar se é possível diminuir a quantidade de reagente no sistema, reduzindo o custo do tratamento proposto.

Estudo da cinética de degradação e determinação do H₂O₂ residual

O estudo cinético teve como objetivo acompanhar a degradação dos corantes AT e RA em solução aquosa ao longo do tempo. Para isso, as [H₂O₂] de 10, 20 e 30 mg.L⁻¹ foram empregados nos ensaios. Os dados experimentais do processo, bem como o ajuste ao modelo matemático proposto por (12) estão apresentados na Figura 4.

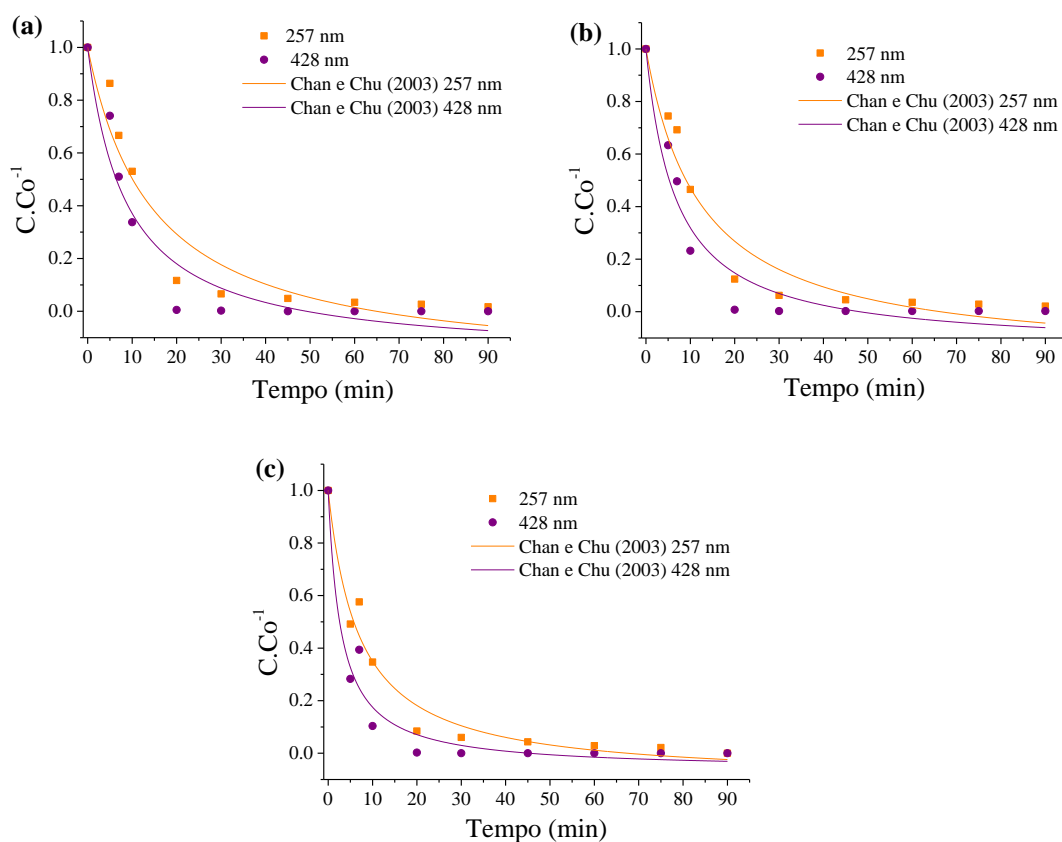


Figura 4 - Cinética de degradação da solução de corantes empregando POA fotoperoxidação/UV-C com: (a) [H₂O₂] = 10 mg.L⁻¹ (b) [H₂O₂] = 20 mg.L⁻¹ (c) [H₂O₂] = 30 mg.L⁻¹ Para todos os casos: faixa de pH = 5-6, T = 31 ± 1°C, p = 1 atm.

Fonte: a autora

Através da Figura 4 percebe-se que a degradação dos corantes ocorre em dois estágios. O primeiro se dá mais rapidamente durante os primeiros 10 min, seguindo por uma etapa lenta de reação com estabilização a partir dos 60 min. É possível verificar ainda que após 90 min atingiu-se percentuais de degradações superiores a 94,79% para os dois λ analisados. Constata-se, portanto, a boa adequação dos dados experimentais ao modelo

cinético testado. Para melhor compreensão dos resultados, os parâmetros cinéticos para o modelo utilizado estão listados na Tabela 1.

Tabela 9 – Parâmetros dos modelos cinéticos propostos por Chan e Chu (2003) para o acompanhamento cinético da degradação da mistura dos corantes AT e RA utilizando fotoperoxidação/UV-C

[H ₂ O ₂]	Parâmetros	257 nm	428 nm
10 mg·L ⁻¹	σ (adm)	0,82	0,84
	ρ (min ⁻¹)	11,96	7,40
	R ²	0,93	0,93
	Sr ²	0,09	0,08
20 mg·L ⁻¹	σ (adm)	0,84	0,88
	ρ (min ⁻¹)	10,49	5,93
	R ²	0,95	0,94
	Sr ²	0,06	0,06
30 mg·L ⁻¹	σ (adm)	0,91	0,94
	ρ (min ⁻¹)	6,32	2,73
	R ²	0,96	0,96
	Sr ²	0,03	0,04

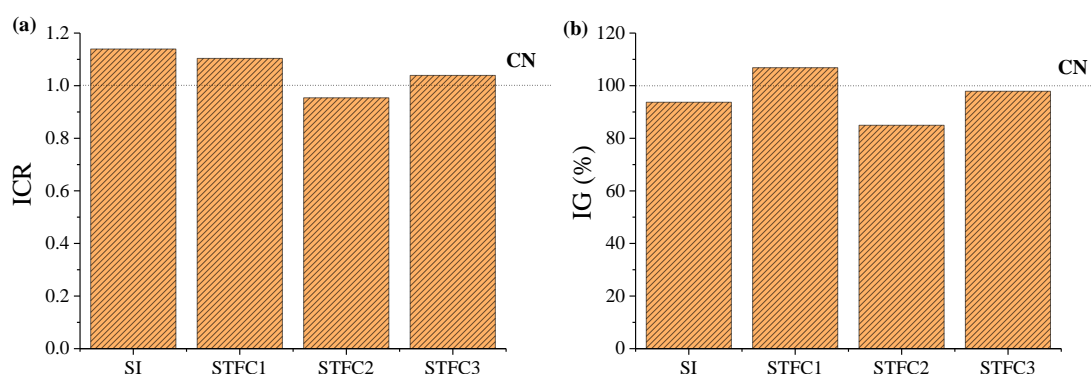
Fonte: a autora

Conforme Tabela 1, nota-se que os dados experimentais podem ser descritos pelo modelo proposto por (12), uma vez que apresentou valores de $R^2 \geq 0,93$ e residuais (Sr^2) menores que 0,1. Com relação a avaliação da capacidade oxidativa, observa-se que para a [H₂O₂] de 30 mg·L⁻¹ tem-se um alto potencial oxidativo, com valores de σ iguais 0,91 e 0,94 para os grupos monitorados nos λ de 257 e 428 nm, respectivamente. Outro parâmetro a ser analisado é a velocidade da degradação (ρ (min⁻¹)), que segundo (17), quanto menor o seu valor, maior a degradação inicial. Sendo assim, a degradação monitorada nos dois λ analisados, apresentou maior velocidade inicial com a [H₂O₂] de 30 mg·L⁻¹.

Ao final de cada experimento foi feita a determinação da [H₂O₂]_{residual}. Foram concentrações iguais a 1,4, 1,8, 2,2 mg·L⁻¹ para as [H₂O₂] de 10, 20 e 30 mg·L⁻¹, respectivamente. Visto isto, nota-se que a menor quantidade remanescente do H₂O₂ foi ao utilizar a [H₂O₂] de 30 mg·L⁻¹. Findada esta etapa, a toxicidade foi avaliada ao final de cada sistema para as amostras antes e após fotoperoxidação/UV-C.

Toxicidade

O teste de toxicidade foi realizado utilizando sementes de couve (*Brassicaoleracea acephala*). Para isto, foram analisadas as soluções aquosas da mistura dos corantes AT e RA antes e após a submissão aos sistemas selecionados. Para tal, calculou-se os índices de germinação (IG) e de crescimento radicular (ICR) das amostras, cujos resultados estão apresentados na Figura 5. Vale ressaltar que nos ensaios do controle positivo (ácido bórico) não houve germinação das sementes utilizadas.



*SI = solução inicial; STFC1 = solução após tratamento fotoperoxidação com $[H_2O_2]$ igual a 10 mg.L^{-1} ; STFC2 = solução após tratamento fotoperoxidação com $[H_2O_2]$ igual a 20 mg.L^{-1} e STFC3 = solução após tratamento fotoperoxidação com $[H_2O_2]$ igual a 30 mg.L^{-1}

Figura 5 – Valores de (a) ICR e (b) IG (%) para o controle negativo (CN), solução inicial (dos corantes) para as amostras tratadas através do processo fotoperoxidação/UV-C com $[H_2O_2]$ de 10, 20 e 30 mg.L^{-1}
Fonte: a autora

Com base na Figura 5 (a), verifica-se que para todas soluções, com exceção à após tratamento fotoperoxidação com $[H_2O_2]$ igual a 20 mg.L^{-1} (STFC2), o crescimento radicular foi maior ao do controle negativo (CN). No entanto, nenhuma das amostras analisadas apresentaram toxicidade visto que os valores de ICR foram altos. Segundo os critérios estabelecidos por (14), a ausência da toxicidade pode ser evidenciada com valores de índice de crescimento radicular maiores que 0,8.

Na análise da Figura 5 (b), é observada mais uma vez, uma pequena diminuição no IG para a amostra tratada via fotoperoxidação, quando comparado com a solução inicial. Entretanto, os valores dos IG para todas as amostras, apresentaram altos percentuais sendo eles 93,71% para a SI, 106,80% para STFC1, 84,93% para STFC2 e 97,86 % para STFC3, confirmando a ausência de toxicidade das soluções analisadas para a espécie estudada.

CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu observar que o processo de fotoperoxidação, empregando reator de bancada equipado com lâmpadas UV-C, foi eficiente para degradar a mistura aquosa dos corantes amarelo tartrazina e roxo açáí atingindo um percentual de degradação de 100% ao monitorar os λ de 257 e 428 nm, após 90 min de reação. Estes resultados foram obtidos ao fazer uso de uma $[H_2O_2]$ de 30 mg.L^{-1} . A avaliação cinética de degradação dos sistemas selecionados seguiu o perfil de pseudo-primeira ordem com degradação rápida nos primeiros minutos de tratamento, por isso, houve um bom ajuste desses dados ao modelo proposto com Chan e Chu (2003). O consumo de $H_2O_{2\text{residual}}$ avaliado para as três concentrações analisadas, foi de 86, 92 e 93%, respectivamente. Os testes de toxicidade demonstram que as amostras analisadas antes e após o tratamento fotoperoxidação/UV-C não apresentaram toxicidade frente a semente de couve.

AGRADECIMENTOS

À FADE/UFPE, FACEPE (APQ 0947-3.06/22).

REFERÊNCIAS

1. SÁ, F. P. de; PEREIRA, A.; GOMES, F. B.; BORGES, E. C. de L. Fotodescoloração dos corantes alimentícios vermelho eritrosina e azul brilhante por fotólise direta/ Photodiscoloration of erythrosine red and bright blue food dyes by direct photolysis. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 7, p. 46707–46718, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n7-344.
2. MINALE, M.; GU, Z.; GUADIE, A.; KABTAMU, D. M.; LI, Y.; WANG, X. Application of graphene-based materials for removal of tetracyclines using adsorption and photocatalyticdegradation: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 276, p. 111310, 2020.
3. MORRIS, H.; SAINI, B.; DEY, A. Role of membrane technology in food industry effluent treatment. **Materials Today: Proceedings**, 77, 314-321, 2023.
4. BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Estabelece a Política Nacional Dos Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 8 de janeiro de 1997.
5. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.
6. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011.
7. SANTANA, M. Aditivos alimentares e impactos na saúde: revisão integrativa. Repositorio.animaeducacao.com.br, 2021.

8. NASCIMENTO, G.E., CAVALCANTI, V.O.M., SANTANA, R.M.R. et al. Degradation of a Sunset Yellow and Tartrazine Dye Mixture: Optimization Using Statistical Design and Empirical Mathematical Modeling. **Water Air Soil Pollut**, 231, 254, 2020.
9. CHARAMBA, L. V. C.; SANTANA, R. M. R.; NASCIMENTO, G. E.; CHARAMBA, B. V. C.; MOURA, M. C.; COELHO, L. C. B. B.; OLIVEIRA, J. G. C.; DUARTE, M. M. M. B.; NAPOLEÃO, D. C. Application of the advanced oxidative process on the degradation of the green leaf and purple açai food dyes with kinetic monitoring and artificial neural network modelling. **Water Science and Technology**, 78(5), 1094-1103, 2018.
10. FELICIANO, A. R. S.; ANDRADE DE LUCENA, A. L.; SANTANA, R. M. R.; ZAIDAN, L. E. M. C.; MICHELLE DA SILVA, P.; NAPOLEÃO, T. H.; DUARTE, M. M. M. B.; NAPOLEÃO, D. C. Advanced oxidation processes employment for the degradation of lamivudine: kinetic assessment, toxicity study and mathematical modeling. **Water Quality Research Journal**, 55(3), 249-260, 2020.
11. CAVALCANTI, V. D. O., SANTANA, R. M. R., NEVES, N. D. C., DE LUCENA, A. L. A., DE OLIVEIRA, M. A. S., DO NASCIMENTO, G. E., & NAPOLEÃO, D. C. Treatment of the drugs atenolol and propranolol by advanced oxidation processes, a kinetic approach, toxicity effects on seeds, and chromatographic analysis. **Chemical Papers**, 75(8), 4391-4403, 2021.
12. CHAN, K. H.; CHU, W. Modeling the reaction kinetics of Fenton's process on the removal of atrazine. **Chemosphere**, v. 51, n. 4, p. 305-311, 2003.
13. SANTANA, R. M. R.; NAPOLEÃO, D. C.; DUARTE, M. M. M. B. Treatment of textile matrices using Fenton processes: influence of operational parameters on degradation kinetics, ecotoxicity evaluation and application in real wastewater. **Journal of Environmental Science and Health**, Part A, v. 56, n. 10, p. 1165-1178, 2021.
14. YOUNG, B. J.; RIERA, N. I.; BEILY, M. E.; BRES, P. A.; CRESPO, D. C.; RONCO, A. E. Toxicity of the effluent from an anaerobic bioreactor treating cereal residues on *Lactuca sativa*. **Ecotox Environ Safe**, v. 76, p. 182-186, 2012.
15. BRASIL, Ministério da Saúde. Resolução RDC nº166, de 24 de julho de 2017. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - (ANVISA). Brasília, DF, 2017.
16. GALEANO, L. A.; GUERRERO-FLÓREZ, M.; SÁNCHEZ, C. A.; GIL, A.; VICENTE, M. Á. Disinfection by chemical oxidation methods. **Applications of Advanced Oxidation Processes (AOPs) in Drinking Water Treatment**, v. 67, p. 257-295, 2019.



17. PAULINO, T. R. S.; ARAÚJO, R. S.; SALGADO, B. C. B. Estudo de oxidação avançada de corantes básicos via reação Fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, p. 347-352, 2015.

ECONOMIA CIRCULAR E O USO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO

**Maria Vitória Lima Costa Donato¹; Marcelo Edvan dos Santos Silva²; Suzana
Pedroza da Silva³**

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: mariavitoria.donato@ufape.edu.br

² Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural de
Pernambuco (UFRPE),

³Docente do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE.

Resumo: A adoção de políticas sustentáveis é fundamental para preservar recursos naturais e promover o desenvolvimento econômico e ambiental. A produção de alimentos gera resíduos, incluindo efluentes industriais e resíduos sólidos altamente poluentes que requerem tratamento especial. Diante disso, a Economia Circular, no setor alimentício, entra como uma estratégia essencial para enfrentar os desafios complexos deste século, além de promover o desenvolvimento sustentável ao preservar e melhorar os recursos naturais, reduzir o impacto ambiental das atividades agroalimentares. O objetivo deste artigo de revisão bibliográfica é destacar as principais utilizações dos resíduos como matéria-prima de interesse, destacando sua importância para o desenvolvimento sustentável, na indústria de alimentos. No setor agroindustrial, a recuperação e reutilização de resíduos como subprodutos pode desempenhar um papel crucial, não contribuindo apenas para a gestão consciente dos recursos naturais, mas também criando oportunidades para novos produtos e processos biotecnológicos. Os subprodutos agroindustriais, como cascas, sementes e bagaços de frutas, têm um grande potencial e podem ser usados na obtenção de compostos de interesse para produção de farinhas, enzimas, corantes naturais e antioxidantes, reduzindo o uso de recursos naturais. A Economia Circular promove a transformação desses subprodutos em matérias-primas valiosas, beneficiando a indústria de alimentos e o meio ambiente.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável; Gestão de recursos; Subprodutos Agroindustriais

INTRODUÇÃO

No século XXI, a sociedade tem enfrentado desafios cada vez mais complexos -como esgotamento de recursos, mudanças climáticas, perda da biodiversidade e crescimento populacional (1) – e a adoção de políticas e estratégias sustentáveis possibilitou um desenvolvimento econômico e ambiental que preserva e aprimora os recursos naturais e os fluxos renováveis (2,3). A produção e o consumo de alimentos, assim como outras atividades econômicas, fazem uso de recursos ambientais, como solo, água e de biodiversidade, os quais desempenham papéis fundamentais no ecossistema, e produzem

resíduos, sendo necessário uma mudança para garantir o desenvolvimento sustentável do sistema agroalimentar (4).

Conforme a produção de alimentos cresce, aumenta-se a geração de resíduos (5). Os resíduos são a parte restante do processo produtivo - como matéria orgânica, águas residuais e gases (6) - onde os principais resíduos produzidos durante a produção alimentícia são os efluentes industriais (biológicos ou químicos) e os resíduos sólidos (orgânicos e recicláveis), por serem altamente poluentes requerem um tratamento especial e diferente entre si (7), devendo avaliar as diretrizes de classificação do que será reprocessado, tornando-se subproduto. É importante ressaltar que aquilo que não possui viabilidade de reutilização é denominado como rejeito (8). Os subprodutos da indústria agroalimentar (cascas, sementes, bagaços e folhas) apresentam grande potencial devido a quantidade de compostos bioativos, fibras e enzimas, que são de grande interesse para a produção de alimentos funcionais (9).

Para uma gestão correta de subprodutos, é necessário mudanças no sistema produtivo, onde a Economia Circular apresenta grande eficiência a médio e longo prazo, através da recuperação e reutilização de resíduos e subprodutos ao longo da cadeia produtiva (10), mudando seus processos produtivos, a fim de reduzir o desperdício, satisfazendo as necessidades dos consumidores de maneira sustentável (11), possibilitando o aumento do valor nutricional dos alimentos (12) e um suprimento mais seguro de matérias-primas, incentivando a competitividade e a inovação (13). O maior desafio é adaptar a indústria às demandas dos consumidores, que cada vez mais têm buscado consumir alimentos de forma consciente e sustentável, havendo uma crescente demanda por regulamentações ambientais ao longo dos anos, visto que um gerenciamento de resíduos eficientes pode melhorar os processos de produção, reduzir a produção de resíduos e, conseqüentemente, os custos (14).

O objetivo deste artigo de revisão bibliográfica é destacar as principais utilizações dos resíduos como matéria-prima de interesse, destacando sua importância para o desenvolvimento sustentável, na indústria de alimentos.

ECONOMIA LINEAR E ECONOMIA CIRCULAR

A maioria dos processos produtivos se baseia em um processo de extração, fabricação, uso e descarte, denominado “Modelo de Economia Linear” (Figura 2). Esse modelo é caracterizado pela extração de recursos a fim de produzir um bem material que, após o consumo, seus resíduos serão descartados de forma incorreta no meio ambiente (15). Esse processo resulta no desperdício do produto e de seus subprodutos, tornando-o ineficaz e insustentável ao longo do tempo (16).

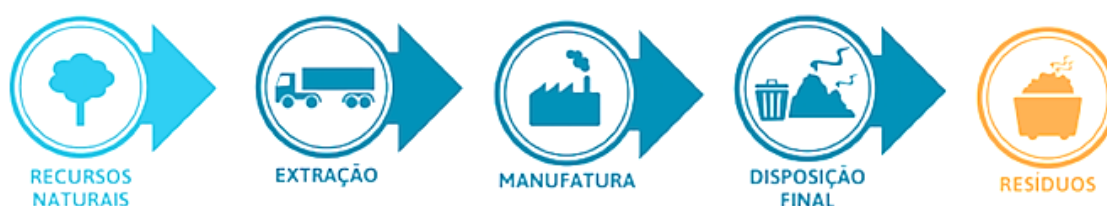


Figura 2 – Fluxo do Modelo de Economia Linear

Fonte: Maia et al. (2021) (15).

Diante disso, houve o surgimento de um modelo alternativo, conhecido como “Economia Circular” (Figura 3), que enfatiza a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (17). Por ser baseado na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais, transformando o fluxo linear em fluxos circulares (18,19), o modelo visa a eliminação de desperdícios, proporcionando cadeias produtivas integradas que agregam valor a recursos e seus subprodutos extraídos e produzidos. Diante disso, representa uma estratégia concreta para alcançar os objetivos em questão, visto que os resíduos se tornam um recurso e são reintroduzidos no processo produtivo (20,21).



Figura 3 – Fluxo do Modelo de Economia Circular

Fonte: Maia et al. (2021) (15).

A Economia Circular transforma um sistema de extração, produção e consumo – característicos da economia linear – em um sistema de restauração e agregação do valor dos recursos naturais, sem que haja perda da qualidade (22). A implementação dos princípios da Economia Circular acarreta diversos benefícios ao meio ambiente e a sociedade (23), além de que a integração do desenvolvimento sustentável na produção de alimentos é essencial para garantir que a Economia Circular seja bem-sucedida, visto que ambos contribuem entre si para a gestão consciente dos recursos naturais e visam a redução do desperdício de alimentos e de impactos ambientais (24). Desempenha também um papel fundamental para valorização de resíduos e subprodutos provenientes do setor, abrindo oportunidades na criação de novos produtos e melhoria de processos biotecnológicos (25).

GERAÇÃO DE RESÍDUOS NA AGROINDÚSTRIA

A agroindústria é estruturada pelos setores dedicados à agricultura, pecuária, silvicultura e pesca, onde ocorrem transformações de matérias primas em produtos semi-prontos para o consumo humano (26), sendo subdividida de acordo com diferentes processamentos da matéria-prima (27). Durante os anos, têm sido caracterizadas por inovações tecnológicas que implementam processos produtivos eficientes, desde o cultivo até o consumo, visando a redução de custos e competitividade de mercado a fim de satisfazer o público consumidor (28).

Atualmente, o desperdício é um grande problema agroindustrial que pode levar a instabilidade no ambiente e danos à saúde pública devido à sua má disposição (29). Estes resíduos, geralmente, são utilizados inadequadamente e são dispostos em aterros sanitários – levando a contaminação dos solos, das águas superficiais e subterrâneas – ou submetidos a incineração a fim de diminuir o acúmulo (30), aumentando o desequilíbrio do ecossistema (31). Por esta razão, é necessário estudar e entender a composição química e o seu potencial do resíduo em questão, para que possam ser introduzidos como matéria-prima em vários processos, passando a ser classificados como subprodutos, evoluindo para uma Economia Circular (32).

Diante disso, alguns países têm desenvolvido e implementado tecnologias a fim de recuperar e reutilizar estes resíduos agroalimentares de maneira eficiente através da conversão dos resíduos em energia (33), utilizando a digestão anaeróbia para produção de biogás (34), compostagem e vermicompostagem para produção de fertilizantes (31) e por tratamento mecânico biológico (MBT) para recuperar compostos sólidos ferrosos ou não ferrosos e produzir biogás (35).

PRINCIPAIS UTILIZAÇÕES DE RESÍDUOS COMO MATÉRIA-PRIMA PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Na busca pela recuperação de resíduos e introdução de subprodutos na produção de alimentos é de interesse observar o potencial de extração e aplicação da matéria residual (36), sendo uma excelente opção no gerenciamento de resíduos e na diminuição do uso de recursos naturais (37), através de produtos como farinhas, corantes, enzimas e antioxidantes (Quadro 1). Vale ressaltar que o termo “subproduto” se refere ao resíduo que apresenta potencial reutilização como matéria-prima ou ingrediente no processo produtivo, transformando o custo de seu descarte em um benefício (38).

Quadro 10 – Aplicações Tecnológicas de subprodutos alimentícios na Indústria de Alimentos

Subprodutos	Aplicação	Referências
Cascas, sementes e bagaços de frutas	Farinhas	(39-42)
Cascas de frutas e vegetais	Corantes naturais	(43-48)
Sementes, cascas e polpa residual	Enzimas	(52-57)
Polpas, sementes, cascas e bagaços	Antioxidantes	(58,59)

Fonte: Autora (2023).

As farinhas são obtidas através da moagem de cereais, fazendo parte dos principais alimentos da dieta humana (39) e apresentando a necessidade de fortificação através de compostos e vitaminas, para equilibrar o valor nutricional diário necessário para alimentação humana. Subprodutos como sementes, cascas e bagaços de frutas apresentam compostos nutricionais e sensoriais de grande interesse para elaboração de alimentos funcionais (40). Em consequência disso, estudos têm sido realizados para substituição parcial de farinhas de aveia, trigo e milho por farinhas dos subprodutos em questão, mostrando um impacto favorável na obtenção desses produtos, visto que há um aumento no conteúdo nutricional e antioxidante, sem alteração das características físicas e organolépticas.

Os corantes industriais são classificados de acordo com a sua origem sendo dividida em duas classes: os corantes sintéticos – que são obtidos a partir de derivados do petróleo - e os corantes naturais – que são obtidos a partir de extratos de frutas e legumes (43). Os corantes naturais podem fornecer capacidades antioxidantes e aumentar o valor nutricional dos alimentos, sendo considerado mais seguros para o consumo do que os sintéticos devido às preocupações dos consumidores com a saúde e o ambiente (44,45). Entre os corantes naturais disponíveis nos subprodutos alimentares estão a betanina, a luteína, a riboflavina e as antocianinas, que se encontram principalmente nos resíduos de cascas de fruta (46).

As enzimas são de grande importância no setor industrial, pois permitem um desenvolvimento sustentável, reduzem a carga química de processos, eliminam substâncias tóxicas e reduzem poluentes (49). As enzimas mais utilizadas são as lipases, carboidrases, proteases e polimerases (50). É de grande interesse para indústria de alimentos utilizar enzimas e a partir disso produzir enzimas de resíduos provenientes de processos produtivos de bebidas, carnes, laticínios, frutas e hortaliças (51).

Os antioxidantes são derivados do metabolismo secundário das plantas e são comumente definidos como polifenóis ou compostos fenólicos (54). Encontram-se normalmente nas polpas, sementes, cascas e bagaços de legumes, frutas e leguminosas consumidos diariamente pelos seres humanos. Alguns estudos apresentam que o consumo de alimentos ricos em antioxidantes pode reduzir o risco de doenças cardiovasculares, melhorar a função cognitiva e auxiliar na manutenção da saúde da pele (55).

CONCLUSÕES

O uso de políticas e estratégias sustentáveis é fundamental para promoção de preservação de recursos naturais e gerar fluxos renováveis na indústria de alimentos, visto que o aumento de produção leva a uma crescente geração de resíduos sólidos e efluentes industriais. Dessa forma, um gerenciamento eficiente, além de melhorar os processos de produção, reduz a produção de resíduos e, conseqüentemente, os custos, tornando o uso de uma Economia Circular uma abordagem altamente benéfica para a indústria de alimentos, permitindo a extração de compostos valiosos, que podem ser usados na produção de alimentos funcionais, corantes naturais, enzimas e antioxidantes. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento sustentável e a criação de um sistema alimentar mais eficiente e sustentável, atendendo às necessidades dos consumidores conscientes e promovendo uma economia mais verde.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE, à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco - FACEPE e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ.

REFERÊNCIAS

1. Lewandowski, M. Designing the business models for circular economy—Towards the conceptual framework. *Sustainability*. 2016; 8(43).
2. Dolinsky M, Maier S. Market-based approach in shift from linear economy towards circular economy supported by game theory analysis. *Creative and Knowledge Society* 2015;5(2):1-10.
3. Sørensen P. From the linear economy to the circular economy: a basic model. *FinanzArchiv* 2018;74(1):71.
4. Aschemann-Witzel, J, Peschel, AO. How circular will you eat? The sustainability challenge in food and consumer reaction to either waste-to-value or yet. *Food Quality and Preference*. 2019;77: 15-20.
5. Baptista JLM, Rodolpho D. Gestão dos Resíduos na Indústria Alimentícia. *Interface Tecnológica*. 2021; 18(1):567-79.
6. SEBRAE. O que são resíduos e o que fazer com eles. [Internet]. Acesso em: 05 out. 2023. Disponível em: sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-sao-residuos-e-o-que-fazer-com-eles,ca5a438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD.
7. TERA AMBIENTAL. Quais são os resíduos gerados pela indústria alimentícia? 2016. [Internet]. Acesso em: 05 out 2023. Disponível em: <https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/quais-sao-os-residuos-gerados-pela-industria-alimenticia>.
8. Castrica M, Rebutti R, Giromini C, Tretola M, Cattaneo D, Baldi A. Total phenolic content and antioxidant capacity of agri-food waste and by-products. *Italian Journal of Animal Science*. 2019; 18:336-341.
9. European Commission, Consumers, Health, Agriculture and Food Executive Agency, Duke C, Thorun C, Dekeulenaer F, Svatikova K, Smit T, Lucica E et al. Behavioural study on consumers' engagement in the circular economy: final report. [Internet]. 2018. Acesso em: 04 out 2023. Disponível em: [doi/10.2818/956512](https://doi.org/10.2818/956512).
10. Loo E, Hoefkens C, Verbeke W. Healthy, sustainable and plant-based eating: perceived (mis)match and involvement-based consumer segments as targets for future policy. *Food Policy* 2017; 69:46-57.
11. Stahel, W.R. The circular economy. *Nature*, 2016; 531:435–438.
12. Velte, CJ, Scheller, K, Steinhilper, R. Circular economy through objectives—Development of a proceeding to understand and shape a circular economy using value-focused thinking. *Procedia CIRP*. 2018; 69:775–780.
13. AZEVEDO, FPM. A educação ambiental como vetor para fomentar a economia circular: um estudo de caso em uma escola pública da cidade de Manaus. [Dissertação]. Manaus: Universidade Federal do Amazonas; 2020. 103f.
14. Sariatli F. Linear economy versus circular economy: a comparative and analyzer study for optimization of economy for sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development* 2017;6(1):31-34.
15. Maia VSF, Shibata AE, Romão EM. Review of the new production models: Circular Economy, Bioeconomy and Biosociety. *Research, Society and Development*. 2021;10(9).
16. Goulielmos, AM. Linear and nonlinear strategic management: with applications to shipping. *Modern Economy* 2018;09(01):97-124.
17. Zwiers J, Jaeger-Erben M, Hofmann F. Circular literacy. a knowledge-based approach to the circular economy. *Culture and Organization* 2020;26(2):121-141.

18. Blomsma F, Brennan G. The emergence of circular economy: a new framing around prolonging resource productivity. *Journal of Industrial Ecology* 2017;21(3):603-614.
19. D'Amato D, Droste N, Allen B, Kettunen M, Lähtinen K, Korhonen J, Leskinen P, Matthies BD, Toppinen A. Green, circular, bioeconomy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*. 2017; 168:716-734.
20. Abdalla FA, Sampaio ACF. Os novos princípios e conceitos inovadores da Economia Circular. *Revista Entorno Geográfico*. 2018;15(2):82-102.
21. Sharma YK, Mangla SK, Patil PP, Liu S. When challenges impede the process: For circular economy-driven sustainability practices in food supply chain. *Manag Decis*. 2019; 57:995-1017.
22. Laumann F, Tambo T. Enterprise Architecture for a Facilitated Transformation from a Linear to a Circular Economy. *Sustainability*. 2018;10(3882).
23. Hamam M, Chinnici G, Di Vita G, Pappalardo G, Pecorino B, Maesano G, et al. Circular Economy Models in Agro-Food Systems: A Review. *Sustainability*. 2021;13(6).
24. Vlajic JV, Mijailovic R, Bogdanova M. Creating loops with value recovery: empirical study of fresh food supply chains. *Prod Plan Control*. 2018;29(6):522-538.
25. Ghiffari RA. Development of Eucalyptus Oil Agro-industries in Kabupaten Buru. *Procedia Soc Behav Sci*. 2016; 227:815-823.
26. Mullen AM, Álvarez C, Pojić M, Hadnadev TD, Papageorgiou M. Classification and target compounds. *In: Food Waste Recovery: Processing Technologies and Industrial Techniques*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2015; pp. 25–57. ISBN 9780128004197.
27. Paiva T, Ribeiro M, Coutinho P. R&D Collaboration, Competitiveness Development, and Open Innovation in R&D. *J Open Innov Technol Mark Complex*. 2020; 6:116.
28. Mena C, Adenso-Diaz B, Yurt O. The causes of food waste in the supplier-retailer interface: Evidences from the UK and Spain. *Resour Conserv Recycl*. 2011; 55:648-658.
29. Melikoglu M, Sze C, Lin K, Webb C. Analysing global food waste problem: pinpointing the facts and estimating the energy content. *Cent Eur J Eng*. 2013; 3:157-164.
30. Al-Rumaihi A, McKay G, Mackey HR, Al-Ansari T. Environmental Impact Assessment of Food Waste Management Using Two Composting Techniques. *Sustainability*. 2020; 12:1595.
31. Sherwood J. The significance of biomass in a circular economy. *Bioresour Technol*. 2020; 300:122755.
32. Shehzad A, Bashir MJK, Sethupathi S, Lim JW. An overview of heavily polluted landfill leachate treatment using food waste as an alternative and renewable source of activated carbon. *Process Saf Environ Prot*. 2015; 98:309-318.
33. Esparza I, Jiménez-Moreno N, Bimbela F, Ancín-Azpilicueta C, Gandía LM. Fruit and vegetable waste management: Conventional and emerging approaches. *J Environ Manag*. 2020; 265:110510.
34. Galanakis CM. *Food Waste Recovery: Processing Technologies and Industrial Techniques*; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2015.
35. Fei F, Wen Z, Huang S, De Clercq D. Mechanical biological treatment of municipal solid waste: Energy efficiency, environmental impact and economic feasibility analysis. *J Clean Prod*. 2018; 178:731-739.

36. Ravindran R, Jaiswal AK. Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products. *Trends in Biotechnology*. 2016; 34:58-69.
37. Strazza C, Magrassi F, Gallo M, Del Borghi A. Life Cycle Assessment from food to food: A case study of circular economy from cruise ships to aquaculture. *Sustainable Production and Consumption*. 2015; 2:40-51.
38. Pagotto M, Halog A. Towards a Circular Economy in Australian Agri-food Industry: An Application of Input-Output Oriented Approaches for Analyzing Resource Efficiency and Competitiveness Potential. *Journal of Industrial Ecology*. 2016; 20:1176-1186.
39. Iuga M, Mironeasa S. Potential of grape byproducts as functional ingredients in baked goods and pasta. *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2020; 19:2473-2505.
40. Sainz RL, Szezecinski ACSF, Fontana M, Bosenbecker VK, Ferri VC, do Nascimento CO. Uso de harina de baya de uva en la producción de cookies. *BIO Web of Conferences*. 2019; 12:04003.
41. Koca I, Tekguler B, Yilmaz VA, Hasbay I, Koca AF. The use of grape, pomegranate and rosehip seed flours in Turkish noodle (erişte) production. *J Food Process Preserv*. 2018;42.
42. Masli MDP, Gu B, Rasco BA, Ganjyal GM. Fiber-Rich Food Processing Byproducts Enhance the Expansion of Cornstarch Extrudates. *J Food Sci*. 2018; 83:2500-2510.
43. Backes E, Pereira C, Barros L, Prieto MA, Genena AK, Barreiro MF, Ferreira ICFR. Recovery of bioactive anthocyanin pigments from *Ficus carica* L. peel by heat, microwave, and ultrasound based extraction techniques. *Food Res Int*. 2018; 113:197-209.
44. Parra-Campos A, Ordóñez-Santos LE. Natural pigment extraction optimization from coffee exocarp and its use as a natural dye in French meringue. *Food Chem*. 2019; 285:59-66.
45. Mourtzinis I, Prodromidis P, Grigorakis S, Makris DP, Biliaderis CG, Moschakis T. Natural food colorants derived from onion wastes: Application in a yoghurt product. *Electrophoresis*. 2018; 39:1975-1983.
46. Mitrea L, Călinoiu L-F, Martău GA, Szabo K, Teleky B-E, Mureşan V, Rusu A-V, Socol C-T, Vodnar DC. Poly (vinyl alcohol) -Based Biofilms Plasticized with Polyols and Colored with Pigments Extracted from Tomato By-Products. *Polymers*. 2020; 12:532.
47. Noronha Matos KA, Praia Lima D, Pereira Barbosa AP, Zerlotti Mercadante A, Campos Chisté R. Peels of tucumã (*Astrocaryum vulgare*) and peach palm (*Bactris gasipaes*) are by-products classified as very high carotenoid sources. *Food Chem*. 2019; 272:216-221.
48. Koubaa M, Barba FJ, Grimi N, Mhemdi H, Koubaa W, Boussetta N, Vorobiev E. Recovery of colorants from red prickly pear peels and pulps enhanced by pulsed electric field and ultrasound. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2016; 37:336-344.
49. Kantifedaki A, Kachrimanidou V, Mallouchos A, Papanikolaou S, Koutinas AA. Orange processing waste valorisation for the production of bio-based pigments using the fungal strains *Monascus purpureus* and *Penicillium purpurogenum*. *J Clean Prod*. 2018; 185:882-890.
50. Sarmah N, Revathi D, Sheelu G, Yamuna Rani K, Sridhar S, Mehtab V, Sumana C. Recent advances on sources and industrial applications of lipases. *Biotechnol Prog*. 2018; 34:5-28.

51. Guo J, Miao Z, Wan J, Guo X. Pineapple peel bromelain extraction using gemini surfactant-based reverse micelle—Role of spacer of gemini surfactant. *Sep Purif Technol.* 2018; 190:156-164.
52. Grande L, Dolino O, Montecastro DB, Basilio AM, Ph AE. Low-cost Recovery of Bromelain Solids from Industrial Pineapple Peel, Pulp, and Core Wastes Using Ethanolic Cashew Leaf Polyphenol. *Philipp J Sci.* 2020; 149:581-587.
53. Okino-Delgado CH, Pereira MS, da Silva JVI, Kharfan D, do Prado DZ, Fleuri LF. Lipases obtained from orange wastes: Commercialization potential and biochemical properties of different varieties and fractions. *Biotechnol Prog.* 2019;35:e2734.
54. Pereira ADS, Fontes-Sant'Ana GC, Amaral PF. Mango agro-industrial wastes for lipase production from *Yarrowia lipolytica* and the potential of the fermented solid as a biocatalyst. *Food Bioprod Process.* 2019; 115:68-77.
55. Rizk MA, El-Kholany E, Abo-Mosalum EMR. Production of α -amylase by *Aspergillus niger* isolated from mango kernel. *Middle East J Appl Sci.* 2019; 9:134-141.
56. Gordobil O, Olaizola P, Banales JM, Labidi J. Lignins from Agroindustrial by-Products as Natural Ingredients for Cosmetics: Chemical Structure and In Vitro Sunscreen and Cytotoxic Activities. *Molecules.* 2020; 25:1131.
57. Silva Tom N, Nogueira JP, Rezende YRRS, Oliveira CS, Narain N. Bioactive compounds and antioxidants activities in the agro-industrial residues of berries by solvent and enzyme assisted extraction. *Food Science and Technology.* 2022;42:e61022.
58. Herranz-López M, Barrajón-Catalán E. Antioxidants and Skin Protection. *Antioxidants.* 2020; 9:704.
59. Moo-Huchin VM, Moo-Huchin MI, Estrada-León RJ, Cuevas-Glory L, Estrada-Mota IA, Ortiz-Vázquez E, Betancur-Ancona D, Sauri-Duch E. Antioxidant compounds, antioxidant activity and phenolic content in peel from three tropical fruits from Yucatan, Mexico. *Food Chemistry.* 2015; 166:17-22.

BIOTECNOLOGIA UTILIZADA POR PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO PARA RESISTÊNCIA A DOENÇA EM ORGANISMOS AQUÁTICOS: REVISÃO DE LITERATURA

Diana Carla Fernandes Oliveira *; Renan Rosa Paulino ; Rafael Borges Antônio ; Matheus Ribeiro Galuppo ; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas 

*Autor correspondente (Corresponding author) – Email:
diana_zootecnista@yahoo.com.br

Resumo: A crescente ocorrência de um grande número de infecções bacterianas e virais em instalações de aquicultura representa um sério risco para a saúde animal, produção e consumo de peixes, o que afeta o retorno econômico na aquicultura. Apesar da crescente intensificação da aquicultura, a falta de planejamento seguida de insuficientes medidas de controle sanitário tem sido identificada como um potencial fator limitante da produção aquícola. As práticas inadequadas nas pisciculturas comerciais, como alta densidade populacional, procedimentos periódicos de manejo dos peixes, nutrição inadequada e problemas relacionados à qualidade da água, têm causado vários surtos de doenças com perdas significativas na produção. A seleção genética para resistência a doenças pode representar uma alternativa sustentável e eficaz para reduzir a mortalidade e, assim, melhorar o desempenho produtivo em sistemas de aquicultura. As inovações biotecnológicas incluem o uso de tecnologias de edição de genoma para fazer alterações direcionadas aos genomas de espécies de aquicultura, resultando em melhor saúde e desempenho. A seleção de animais com maior resistência a doenças específicas é um método viável para melhorar a produtividade e o bem-estar animal e oferece vantagens sobre outros métodos de controle contra infecções, como os benefícios cumulativos e permanentes da resistência melhorada. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as principais doenças que acometem a aquicultura e a utilização da seleção genômica para identificação de animais resistentes a doenças. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica abrangente usando bases de dados de literatura científica.

Palavras-chave: aquicultura; bactéria; peixes; produção

Abstract: The health status of farmed fish is one of the main factors that affect the economic return in aquaculture. The increasing occurrence of a large number of bacterial and viral infections in aquaculture facilities represents a serious risk to animal health, production and consumption of fish and shellfish. Despite the increasing intensification of aquaculture, the lack of planning followed by insufficient health control measures has been identified as a potential limiting factor in aquaculture production. Inadequate practices in commercial fish farms, such as high population density, periodic fish handling procedures, inadequate nutrition and problems related to water quality, have caused several disease outbreaks with significant losses in production. Genetic selection for disease resistance can represent a sustainable and effective alternative to reduce mortality and thus improve production

performance in aquaculture systems. Biotechnological innovations include the use of genome editing technologies to make targeted changes to the genomes of aquaculture species, resulting in improved health and performance. Selection of animals with greater resistance to specific diseases is a viable method for improving productivity and animal welfare and offers advantages over other infection control methods, such as the cumulative and permanent benefits of improved resistance. The present work aimed to carry out a literature review on the main diseases that affect aquaculture and the use of genomic selection to identify disease-resistant animals. A comprehensive bibliographical search was carried out using scientific literature databases.

Key Word: aquaculture; bacterium; fish; production

INTRODUÇÃO

A aquicultura tem um papel importante e crescente na segurança alimentar e na estabilidade econômica em todo o mundo. A produção global de peixes e mariscos atingiu 172,6 milhões de toneladas em 2017, aproximadamente metade da qual é atualmente derivada da aquicultura (1). A pesca de captura, que extrai organismos em ambientes naturais marinhos e de água doce para fins comerciais, está exercendo sérias pressões sobre os estoques selvagens, com margem mínima para expansão sustentável (2).

Contudo, o rápido desenvolvimento da aquicultura implicou na intensificação da produção, muitas vezes desordenada e sem controle sanitário, o que acrescentou a ocorrência de doenças transmitidas por bactérias, vírus, fungos e parasitas (3, 4). Em consequência, geram-se prejuízos econômicos devido aos custos dos tratamentos, as medidas de controle da doença e a perda da produção (5). Assim sendo, o sucesso dos sistemas de produção aquícola depende, em grande parte, do controle das doenças infecciosas (6). A redução na ocorrência e gravidade de doenças melhoraria a produtividade, lucratividade, eficiência e bem-estar dos peixes (5). Dessa forma, é importante a realização de pesquisas tecnológicas e utilização de novas ferramentas genéticas para superar os entraves e assegurar uma produção contínua e melhorada dos estoques.

Segundo Gjedrem (2015) (3), as mortalidades causadas por doenças é relativamente alta, mesmo com o desenvolvimento de medicamentos e vacinas. Além do mais, estes tratamentos com medicamentos são muitas vezes poluentes, caros e parcialmente eficazes, e o seu uso irrestrito pode gerar linhagens de patógenos resistentes (7). Frente a isto, os programas de melhoramento genético resultam como uma estratégia viável e potencialmente mais sustentável para o controle de surtos de doenças a longo prazo (8), o que tem permitido melhorar a situação sanitária dos peixes.

A resistência a doenças pode ser definida como a capacidade do hospedeiro de limitar a infecção reduzindo a replicação do patógeno (9, 10). A seleção de animais com maior resistência a doenças específicas é um método viável para melhorar a produtividade e o bem-estar animal e oferece vantagens sobre outros métodos de controle contra infecções, como os benefícios cumulativos e permanentes da resistência melhorada (11, 12).

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as principais doenças que acometem a aquicultura e a utilização da seleção genômica em programas de melhoramento para identificação de animais resistentes a doenças.

BACTERIOSES

As bacterioses são as principais causadoras de prejuízos em sistemas aquícolas e tem se tornado alvo de muitos estudos. A *Aeromonas hydrophila* é uma bactéria oportunista gram negativa de vida livre responsável por perdas econômicas substanciais na aquicultura de água doce em todo o mundo (13, 14). Mortalidades de peixes por aeromoniose foram verificadas em espécies importantes, como carpas (15), tilápia (16), truta (17), bagres (18) e, principalmente, pacu (19).

Atualmente, o tratamento para doenças bacterianas na indústria aquícola brasileira é predominantemente baseado na aplicação de antibióticos comerciais (20). Contudo, o uso dessas substâncias na piscicultura pode contaminar o ambiente aquático, resultar em resíduos de antibióticos na carne, contribuir para o surgimento de patógenos resistentes e impactar outras espécies da cadeia alimentar e, conseqüentemente, a saúde dos consumidores (20). Por exemplo, o uso de antibióticos para controlar *A. hydrophila* em pisciculturas comerciais tem favorecido o desenvolvimento de cepas bacterianas resistentes a vários antibióticos em espécies de peixes nativos do Brasil, incluindo o pacu (21).

Muitos estudos também avaliaram o uso da vacinação como medida de controle contra o *A. hydrophila* em diferentes espécies de peixes (22). No entanto, ainda são poucos os estudos relacionados à eficácia das estratégias de vacinação em sistemas de produção e seu efeito no aumento da resposta imune das espécies cultivadas (23). Adicionalmente, apesar das maiores taxas de sobrevivência já observadas em experimento com animais vacinados (24), essa estratégia é considerada demorada, trabalhosa e estressante para os peixes.

MELHORAMENTO GENÉTICO

A seleção genética para resistência a doenças pode representar uma alternativa sustentável e eficaz para reduzir a mortalidade e, assim, melhorar o desempenho produtivo em sistemas de aquicultura (25). Nesse sentido, a variação genética significativa para resistência contra *A. hydrophila* foi demonstrado para diferentes espécies de peixes, o que permitirá o desenvolvimento de estoques geneticamente resistentes por meio de reprodução seletiva (26, 27).

Para incluir a resistência a doenças no objetivo de melhoramento, a estimativa de parâmetros genéticos e herdabilidade são necessários para entender se a variação genética ocorre para a característica analisada (28). Nas últimas décadas foram realizados vários experimentos de desafio baseados em teste de sobrevivência a patógenos específicos para buscar estimativas confiáveis de seleção de famílias resistentes às doenças (3). Os resultados dos testes de desafio são promissores e a herdabilidade da taxa de sobrevivência é geralmente alta (29, 30). A maioria desses estudos abordam a resistência a bactérias e vírus (31, 32, 33, 34, 35, 36, 37). Em relação aos parasitas, o número de estudos é limitado e a maioria está dirigido a parasitas que afetam salmonídeos, como: *Caligus rogercresseyi* (38, 39, 40) e *Neoparamoeba perurans* (41).

A genômica está crescendo rapidamente à medida que a tecnologia de sequenciamento está melhorando. O uso das tecnologias de sequenciamento de nova geração (NGS) se tornou uma opção interessante, uma vez que permitem o sequenciamento de

milhões de pares de base de qualquer organismo, inclusive de espécies não modelos, em curto período de tempo e a custos reduzidos (42, 43).

Embora os custos de sequenciamento estejam caindo gradativamente, o sequenciamento, análise e a comparação de genomas inteiros ainda são custosas, pela enorme complexidade e demanda computacional exigida. Desta forma, estratégias que permitam análises e comparações representativas, são de amplo interesse. O RAD-seq (*Restriction-site associated DNA sequencing*) é uma estratégia de sequenciamento de genoma fracionário que utiliza enzimas de restrição e sequenciamento das regiões adjacentes aos cortes destas enzimas (44), reduzindo a necessidade de altas coberturas de sequenciamento. A vantagem desta técnica é que é possível formar um pool de uma grande quantidade de amostras a qual pode ser sequenciada de uma vez só (45).

Estudos de MAS e seleção genômica são particularmente úteis para serem direcionados a características que são difíceis ou impossível de medir diretamente sobre os candidatos de seleção (28). Um dos exemplos bem-sucedido de análises de QTL é o caso de resistência à infecção da necrose pancreática no salmão do Atlântico, a qual foi realizada por dos estudos independentes na Escócia e na Noruega, onde identificaram que um único QTL explicava mais de 80% da variação genética da resistência (46), o que permitiu diminuir as altas taxas de mortalidade (mais de 90%) para perto de zero (47). Esta descoberta representa um exemplo bem-sucedido de controle da doença, e mostra a importância das ferramentas genômicas para o desenvolvimento da aquicultura mundial.

CONCLUSÕES

Enfermidades em peixes são comuns em sistemas aquáticos, porém práticas de manejo adequadas podem prevenir mortalidades. Contudo, a seleção de animais com maior resistência a doenças específicas é um método viável para melhorar a produtividade e o bem-estar animal e oferece vantagens sobre outros métodos de controle contra infecções, como os benefícios cumulativos e permanentes da resistência melhorada.

REFERÊNCIAS ano; volume: e pagina

1. FAO, Organização Alimentar e Agrícola. *Anuário FAO de Estatísticas de Pesca e Aquicultura*, 2019.
2. LONGO, S. B. et al. Aquicultura e o deslocamento das capturas pesqueiras. *Conserva Biol.* **33**, cob1.13295, 2019.
3. GJEDREM, T. Disease resistant fish and shellfish are within reach: a review. **Journal of Marine Science and Engineering**. 2015; 3:146-153.
4. LEIRA, M. H. et al. As principais doenças na criação de tilápias no Brasil: revisão de literatura. **Nutri Time, Viçosa**. 2017;14: 4982-4996.

5. ELASWAD, A.; DUNHAM, R. Disease reduction in aquaculture with genetic and genomic technology: current and future approaches. **Reviews in Aquaculture**. 2018; 10: 876-898.
6. YÁÑEZ, J. M.; MARTÍNEZ, V. Factores genéticos que inciden en la resistencia a enfermedades infecciosas en salmónidos y su aplicación en programas de mejoramiento. **Archivos de medicina veterinária**. 2010;42: 1-13.
7. HOUSTON, R. D. Future directions in breeding for disease resistance in aquaculture species. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2017; 46: 545-551.
8. BISHOP, S. C.; WOOLLIAMS, J. A. Genomics and disease resistance studies in livestock. **Livestock Science**. 2014; 166: 190-198.
9. RÅBERG, Lars; SIM, Derek; READ, Andrew F. Disentangling genetic variation for resistance and tolerance to infectious diseases in animals. **Science**. 2007; 318: 812-814.
10. DOESCHL-WILSON, A. B. et al. Novel methods for quantifying individual host response to infectious pathogens for genetic analyses. **Frontiers in genetics**. 2012; 3: 266.
11. STEAR, M. J. et al. The sustainability, feasibility and desirability of breeding livestock for disease resistance. **Research in veterinary Science**. 2001; 71: 1-7.
12. BISHOP, Stephen C. Disease resistance: genetics. **Encyclopedia of animal Science**. 2010; 288-290.
13. MU, Y. et al. Transcriptome and expression profiling analysis revealed changes of multiple signaling pathways involved in immunity in the large yellow croaker during *Aeromonas hydrophila* infection. **BMC genomics**. 2010; 11: 1-14.
14. CHEN, P.-L. et al. A comparative study of clinical *Aeromonas dhakensis* and *Aeromonas hydrophila* isolates in southern Taiwan: *A. dhakensis* is more predominant and virulent. **Clinical Microbiology and Infection**. 2014; 20: 428-434.
15. YIN, G. et al. Chinese herbs (*Astragalus radix* and *Ganoderma lucidum*) enhance immune response of carp, *Cyprinus carpio*, and protection against *Aeromonas hydrophila*. **Fish & Shellfish Immunology**. 2009; 26: 140-145.
16. ARDÓ, L. et al. Chinese herbs (*Astragalus membranaceus* and *Lonicera japonica*) and boron enhance the non-specific immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and resistance against *Aeromonas hydrophila*. **Aquaculture**. 2008; 275: 26-33.

17. NYA, E. J.; AUSTIN, B. Use of garlic, *Allium sativum*, to control *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Journal of fish diseases**.2009; 32: 963-970.
18. ZHANG, D.; XU, D-H; SHOEMAKER, C. Experimental induction of motile *Aeromonas septicemia* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) by waterborne challenge with virulent *Aeromonas hydrophila*. **Aquaculture Reports**. 2016; 3: 18-23.
19. FARIAS, T. H. V. et al. Probiotic feeding improves the immunity of pacus, *Piaractus mesopotamicus*, during *Aeromonas hydrophila* infection. **Animal Feed Science and Technology**.2016; 211:137-144.
20. MONTEIRO, S. H. et al. Antibiotic residues and resistant bacteria in aquaculture. **Pharmaceut. Chem. J.** 2018; 5: 127-147.
21. BELÉM-COSTA, A; CYRINO, J. E. P. Antibiotic resistance of *Aeromonas hydrophila* isolated from *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) and *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). **Scientia Agricola**. 2006; 63: 281-284.
22. NAYAK, D. K. et al. Evaluation of biofilm of *Aeromonas hydrophila* for oral vaccination of *Clarias batrachus*—a carnivore model. **Fish & Shellfish Immunology**.2004; 16: 613-619.
23. FIGUEIREDO, H. C. P.; LEAL, C. A. G. Tecnologias aplicadas em sanidade de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2008; 37: 8-14.
24. POOBALANE, S. et al. Production and efficacy of an *Aeromonas hydrophila* recombinant S-layer protein vaccine for fish. **Vaccine**. 2010; 28: 3540-3547.
25. ØDEGÅRD, J. et al. Methodology for genetic evaluation of disease resistance in aquaculture species: challenges and future prospects. **Aquaculture research**. 2011; 42: 103-114.
26. XIONG, X-M. et al. Estimation of genetic parameters for resistance to *Aeromonas hydrophila* in blunt snout bream (*Megalobrama amblycephala*). **Aquaculture**.2017; 479: 768-773.
27. SRISAPOOME, P. et al. Heritability of immunity traits and disease resistance of bighead catfish, *Clarias macrocephalus* Günther, 1864. **Fish & shellfish immunology**. 2019; 92: 209-215.

28. MASTROCHIRICO-FILHO, V. A. et al. Genetic parameters for resistance to *Aeromonas hydrophila* in the Neotropical fish pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture**. 2019; 513: 734442.
29. YÁÑEZ, J. M.; HOUSTON, R. D.; NEWMAN, S. Genetics and genomics of disease resistance in salmonid species. **Frontiers in genetics**. 2014; 5: 415.
30. GJEDREM, T; RYE, M. Selection response in fish and shellfish: a review. **Reviews in Aquaculture**. 2018; 10: 168-179.
31. BARRÍA, A. et al. Genomic predictions and genome-wide association study of resistance against *Piscirickettsia salmonis* in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) using ddRAD sequencing. **G3: Genes, genomes, genetics**.2018; 8: 1183-1194.
32. BASSINI, L. N. et al. Genetic parameters for *Piscirickettsia salmonis* resistance, sea lice (*Caligus rogercresseyi*) susceptibility and harvest weight in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**.2019; 510: 276-282.
33. SUKHAVACHANA, S. et al. Heritability estimates and selection response for resistance to *Streptococcus agalactiae* in red tilapia *Oreochromis spp*. **Aquaculture**. 2019;502: 384-390.
34. WANG, Wenwen et al. GWAS analysis indicated importance of NF-κB signaling pathway in host resistance against motile *Aeromonas septicemia* disease in catfish. **Marine Biotechnology**. 2019; 21: 335-347.
35. ARIEDE, R. B. et al. Microsatellites associated with growth performance and analysis of resistance to *Aeromonas hydrophila* in tambaqui *Colossoma macropomum*. **Frontiers in Genetics**.2018; 9: 3.
36. JIA, Z. et al. Genetic mapping of koi herpesvirus resistance (KHVR) in Mirror carp (*Cyprinus carpio*) revealed genes and molecular mechanisms of disease resistance. **Aquaculture**. 2020; 519:734850.
37. MASTROCHIRICO-FILHO, V. A. et al. Development of a SNP linkage map and genome-wide association study for resistance to *Aeromonas hydrophila* in pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **BMC genomics**. 2020; 21: 1-13.
38. TSAI, H-Y et al. Genomic prediction of host resistance to sea lice in farmed Atlantic salmon populations. **Genetics Selection Evolution**.2016; 48: 1-11.
39. CORREA, K. et al. Genome wide association study for resistance to *Caligus rogercresseyi* in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) using a 50K SNP genotyping array. **Aquaculture**. 2017; 472: 61-65.

40. ROBLEDO, D. et al. Discovery and functional annotation of quantitative trait loci affecting resistance to sea lice in Atlantic salmon. **Frontiers in genetics**. 2019; 10: 56.
41. LILLEHAMMER, M. et al. Genetic parameters of resistance to amoebic gill disease in two Norwegian Atlantic salmon populations. **Aquaculture**. 2019; 508: 83-89.
42. MILLER, M. R. et al. Rapid and cost-effective polymorphism identification and genotyping using restriction site associated DNA (RAD) markers. **Genome research**. 2007;17:240-248.
43. KUMAR, G.; KOCOUR, M. Applications of next-generation sequencing in fisheries research: A review. **Fisheries Research**. 2017; 186:11-22.
44. BAIRD, N. A. et al. Rapid SNP discovery and genetic mapping using sequenced RAD markers. **PloS one**. 2008; 3: 3376.
45. ANDREWS, K. R. et al. Harnessing the power of RADseq for ecological and evolutionary genomics. **Nature Reviews Genetics**.2016; 17: 81-92.
46. MOEN, T. et al. Confirmation and fine-mapping of a major QTL for resistance to infectious pancreatic necrosis in Atlantic salmon (*Salmo salar*): population-level associations between markers and trait. **BMC genomics**. 2009; 10: 1-14.
47. HOUSTON, R. D. et al. Harnessing genomics to fast-track genetic improvement in aquaculture. **Nature Reviews Genetics**. 2020; 21: 389-409.

USO ADEQUADO DE EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL PARA MÃOS DE MANIPULADORES DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Barbara Ramona da Silva Lopes¹; Maria das Graças Gomes de Azevedo Medeiros²; Hilana Ceotto Vigoder³

¹Estudante do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos – IFRJ; E-mail: barbara.ramona@yahoo.com.br, ²Docente/pesquisador do Departamento de Nutrição Social da Faculdade de Nutrição – UFF, ³Docente/pesquisador do Laboratório de Microbiologia – IFRJ.

Resumo: O uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para mãos em serviços de alimentação é fundamental para proteger o trabalhador contra riscos ocupacionais. No entanto, é necessário que esse uso seja adequado, para que não haja contaminação dos alimentos manipulados. O objetivo deste estudo foi reunir as principais informações sobre EPI para mãos, incluindo a maneira adequada de utilização, procedimentos para higienização e tipos de EPI para mãos de manipuladores de alimentos de cozinhas industriais. Foi realizada uma revisão de literatura com a busca de estudos publicados entre 2012 e 2023 contendo dados sobre uso de EPI para mãos de manipuladores de alimentos em cozinhas industriais, incluindo tipos de EPI para mãos, uso adequado e modos de higienização. Os estudos enfatizaram a importância da higiene de mãos correta antes, durante e após a colocação de luvas. Além disso, características como tipo e material de luvas foram apontados como relevantes a considerar na escolha de acordo com a função a ser exercida. Foi demonstrada também a importância do uso de luvas de maneira adequada para o controle da transmissão de microrganismos do manipulador para o alimento, sendo necessário a aplicação de treinamentos para adequação desses procedimentos. Poucos estudos foram encontrados com a temática proposta, sendo necessário mais publicações que norteiem os procedimentos implementados nos serviços de alimentação.

Palavras-chaves: *food handlers; gloves; good hygiene practices; personal protective equipment*

INTRODUÇÃO

Segundo o Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho, em 2021, o número de acidentes de trabalho envolvendo mãos, punhos e dedos foi de 122.018, o que representa aproximadamente 22% do total de acidentes ocorridos naquele ano (1), sendo recomendado, portanto o uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) pelos trabalhadores (2).

EPI é um dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador, concebido e fabricado para oferecer proteção contra os riscos ocupacionais existentes no ambiente de trabalho. Um dos principais equipamentos utilizados para a proteção das mãos desses trabalhadores são as luvas (2).

Para que essa proteção seja efetiva, é necessário escolher o tipo adequado de luvas de acordo com os perigos a que esses trabalhadores estejam expostos, tais quais perigos químicos, biológicos, calor, frio extremo, superfícies abrasivas e perigos mecânicos (3).

Nos estabelecimentos que fornecem refeições, os trabalhadores desempenham um papel crítico na manipulação dos alimentos (4) e o uso de EPI é uma das ferramentas para a garantia da segurança desses gêneros. Em 2021, Chigozie encontrou uma correlação forte e positiva entre o uso de EPI e a produção de alimentos seguros (5). Entretanto, muitos colaboradores não sabem quando e como utilizá-los, sendo necessário treiná-los e fiscalizar quanto aos modos de uso e formas de limpeza e conservação do EPI (5, 6, 7).

Ademais, o material utilizado e as demais características das luvas devem ser considerados no controle da contaminação cruzada entre os colaboradores e as refeições por eles preparadas (8).

Após a escolha do equipamento, é necessário que o funcionário seja orientado a utilizá-lo corretamente. Oliveira e colaboradores (2021) avaliaram práticas de higiene entre manipuladores de pescados, e puderam observar que nenhum deles sanitizou as luvas reutilizáveis após o seu uso ou realizou a higienização adequada das mãos antes, durante ou após a remoção desse EPI (4).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi reunir as principais informações sobre EPI de mãos, incluindo a maneira adequada de utilização, procedimentos para higienização e tipos de EPI para mãos de manipuladores de alimentos de cozinhas industriais.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de revisão de literatura, em que foi consultada a base de dados Google Acadêmico com a utilização das seguintes palavras-chave: *personal protective equipment, food handlers, gloves e good hygiene practices*. Na busca, foram filtrados os textos com um intervalo de 11 anos, ou seja, artigos publicados entre os anos de 2012 e 2023, em qualquer idioma e qualquer tipo de publicação, com exceção das citações.

A seleção das publicações foi feita com o uso dos seguintes critérios: 1º: título, 2º: resumo e 3º: texto completo. Cada etapa foi feita com a avaliação da adequação ao tema de pesquisa proposto, que foi uso de EPI para mãos de manipuladores de alimentos em cozinhas industriais, incluindo tipos de EPI para mãos, uso adequado e modos de higienização.

RESULTADOS

Publicações encontradas

Inicialmente, foram encontradas 64 publicações. Após a aplicação do primeiro critério, foram selecionados 49 artigos, que passaram pela leitura do resumo, tendo-se encontrado 7 publicações, que foram lidas na íntegra, chegando-se a um total de 1 artigo selecionado (Tabela 1). Os livros foram excluídos.

Pela escassez de publicações encontradas, houve uma segunda etapa de buscas através de sites de organismos nacionais e internacionais como *Food and Agriculture Organization* (FAO), *Food and Drug Administration* (FDA), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Ministério do Trabalho e Ministério da Saúde, acessando

relatórios e legislações nacionais e internacionais, em português e inglês. Além disso, referências das próprias publicações foram utilizadas.

Tabela 1 - Distribuição dos artigos encontrados segundo os critérios aplicados

Critérios de refinamento	Artigos selecionados
Título	49
Resumo	7
Texto completo	1

Importância do uso de luvas na manipulação de alimentos

Mesmo práticas eficazes de higienização de mãos podem não ser suficientes para prevenir a transmissão de contaminantes para os alimentos prontos para o consumo, que sofreram tratamento térmico ou que não serão submetidos a processos de cocção, bem como de frutas, legumes e verduras já higienizados. O contato das mãos nuas com esses alimentos pode contribuir para veicular Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA). Portanto, recomenda-se que o manipulador de alimentos utilize luvas descartáveis ou utensílios para manusear esses produtos. Sendo assim, o uso de luvas descartáveis associado a lavagem de mãos pode ser uma barreira eficaz para diminuir a transferência de contaminantes microbiológicos para os alimentos, desde que haja treinamentos sobre o uso adequado desse EPI, assim como do procedimento correto para higiene de mãos (9, 10).

As seguintes instruções são pertinentes para o uso adequado de luvas: lavar sempre as mãos antes de calçá-las; trocar as luvas entre o manuseio de produtos crus e de alimentos prontos para o consumo; não lavar ou reutilizar luvas descartáveis; descartar as luvas rasgadas ou danificadas; cobrir uma lesão infectada com cobertura à prova d'água e luva descartável; usar luvas sobre unhas artificiais, unhas esmaltadas ou dispositivos de suporte ortopédico que não possam ser limpos (10).

O processo de troca das luvas pode ser perigoso se não for feito de maneira adequada, pois muitos de seus materiais causam acúmulo excessivo de umidade, aumentando os riscos de contaminação microbiana. No entanto, elas devem ser trocadas regularmente porque o risco de transmissão de patógenos para alimentos pode ser maior a partir de luvas sujas do que de mãos nuas. Além disso, sua eficiência como barreira física para microrganismos é limitada ao longo do tempo de trabalho (8). Ao removê-las, deve-se evitar que haja contato da pele com uma extremidade da luva possivelmente contaminada e o usuário deve lavar sempre as mãos com água e sabão após retirá-las (3).

A Universidade de Wollongong, na Austrália, orienta que luvas não sejam utilizadas em corredores públicos, ou quando tocar maçanetas, interruptores de luz, telefones, teclados ou qualquer item de uso compartilhado que será usado por outros que não estão usando luvas (3). Após o uso, as luvas reutilizáveis não devem ser armazenadas em locais inapropriados, como canos e torneiras (4).

Não é recomendado que luvas de borracha, látex ou plástico sejam utilizadas em procedimentos que envolvam calor. Ademais, o uso contínuo de luva de látex pelo manipulador denota um equívoco no que tange a conscientização sobre a higienização correta das mãos, pois muitos trabalhadores pensam que ao utilizar luvas, esta seria uma

medida suficiente de higiene. Porém, esta prática contribui para que a higienização correta das mãos seja negligenciada (8, 9).

As luvas sofrem um desgaste natural decorrente do uso, necessitando, portanto, que sejam substituídas sempre que a inspeção visual detectar rasgos, furos ou outros danos (6).

Tipos de EPI para mãos utilizados em cozinha industrial

Há diferentes tipos de materiais para a composição de luvas, de acordo com o uso destinado e as propriedades físicas, como as luvas em copolímero, que são de baixo custo, tem um ajuste solto, tem variáveis densidades, são para uso em períodos curtos e alguns tipos possuem compostos antibacterianos (8).


As luvas de vinil (PVC) podem ser utilizadas como alternativa às luvas de látex e são mais resistentes a danos térmicos, porém têm mais facilidade em rasgar. Ademais, tem uso limitado nas indústrias de alimentos por terem uma vida útil curta. As luvas de nitrila também são uma opção para substituição das luvas de látex. São menos elásticas, mas tem uma vida útil mais longa. São mais resistentes a produtos químicos, porém podem sofrer degradação pelo álcool. Embora tenham facilidade em serem rasgadas, podem ter sua presença detectada em lotes de alimentos, por terem cores chamativas (8).




Já as luvas de látex de borracha natural são mais comumente utilizadas, por serem mais econômicas e confortáveis. Fornecem boa sensibilidade tátil e boa destreza. No entanto, seu material possui compostos que podem produzir alergias e migração de partículas para alimentos, principalmente na presença de alvejantes (8).

A escolha do tipo apropriado de luva vai variar, portanto, de acordo com o uso pretendido, relação custo – benefício e conveniência. No entanto, deve-se priorizar as práticas adequadas de manuseio e troca de luvas para evitar que ocorra a transferência microbiana para alimentos (8).

As características dos principais tipos de luvas utilizadas em cozinhas industriais podem ser encontradas na tabela a seguir (Quadro 1).

Quadro 1 - Tipos de luvas, materiais e as funções relacionadas na manipulação de alimentos

Tipos de luvas	Composição	Função
Luvas de látex 	Borracha natural de látex	Manipulação de alimentos prontos para o consumo

<p>Luvas de PVC</p> 	<p>PVC</p>	<p>Lavagem de bandejas, limpeza em geral, devolução e atividades com produtos químicos</p>
<p>Luvas de malha de aço</p> 	<p>Malha de aço</p>	<p>Usadas para trabalhos que exigem corte e fatiamento repetitivos, em áreas como açougue, preparo de salada e confeitaria</p>
<p>Luvas térmicas</p> 	<p>Tecido plano de fibras antichama</p>	<p>Oferece proteção contra calor e chamas. Uso em cocção, fornos, frituras e assados</p>

Fonte: Alves, 2013; Anon, 2016; Brasil, 2013; Gomes et al., 2021; Picchi, 2019

Higiene de mãos prévia à colocação de luvas

Como já mencionado, o uso de luvas é recomendado para manipuladores de alimentos após o procedimento adequado de higienização de mãos (8). Essa prática é importante para reduzir a propagação de microrganismos patogênicos para alimentos. As mãos de manipuladores podem ser colonizadas por *Staphylococcus aureus*, Norovírus, *Shigella* spp., vírus da hepatite A, *Escherichia coli* O157:H7 ou *Salmonella* spp. (10).

As mãos devem ser lavadas nas seguintes situações: após realizar atividades que contaminem as mãos; ao entrar em uma área de preparação de alimentos; antes de colocar luvas limpas e entre as trocas de luvas; antes de preparar alimentos; antes de manusear equipamentos limpos e utensílios de servir; ao mudar de tarefas e alternar entre o manuseio de alimentos crus e alimentos prontos; depois de manusear pratos, equipamentos ou utensílios sujos; depois de tocar em partes do corpo humano; após usar o banheiro; após tossir, espirrar, assoar o nariz, fumar, comer ou beber e depois de manusear frutos do mar (10).

Mas como seria uma lavagem de mãos eficaz? Segundo o FDA (2020), deve-se lavar as mãos aplicando água e sabão, esfregando-as vigorosamente, enxaguando-as com água limpa e secando-as bem (10). Os seguintes passos, com a duração de pelo menos 20 segundos, devem ser seguidos para uma lavagem de mãos adequada: enxaguar em água corrente limpa e morna; aplicar sabão e esfregar todas as superfícies das mãos e dedos vigorosamente com fricção por pelo menos 10 a 15 segundos, dando atenção à área sob as unhas, entre os dedos e demais superfícies das mãos; enxaguar abundantemente com água corrente limpa e morna e secar bem as mãos e partes expostas dos braços com papel toalha descartável, com um dispositivo de secagem de mãos com ar aquecido ou com uma toalha limpa sem uso prévio (10).

A ANVISA fornece orientações similares, conforme descrito a seguir: abrir a torneira e molhar as mãos, evitando encostar na pia; aplicar na palma da mão quantidade suficiente de sabonete líquido para cobrir todas as superfícies das mãos; ensaboar as palmas das mãos, friccionando-as entre si; esfregar a palma da mão direita contra o dorso da mão esquerda (e vice-versa) entrelaçando os dedos; entrelaçar os dedos e friccionar os espaços interdigitais; esfregar o dorso dos dedos de uma mão com a palma oposta (e vice-versa), segurando os dedos, com movimento de vai-e-vem; esfregar o polegar direito, com o auxílio da palma da mão esquerda (e vice-versa), utilizando movimento circular; friccionar as polpas digitais e unhas da mão esquerda contra a palma da mão direita, fechada em concha (e vice-versa), fazendo movimento circular; esfregar o punho esquerdo, com o auxílio da palma da mão direita (e vice-versa), utilizando movimento circular; enxague as mãos, retirando os resíduos de sabonete, evitando contato direto das mãos ensaboadas com a torneira e secar as mãos com papel-toalha descartável, iniciando pelas mãos e seguindo pelos punhos (11).

Higienização de EPI

A NR 06 estabelece que o empregador deverá ser responsável pela higienização e manutenção periódica do EPI, em conformidade com as informações fornecidas pelo fabricante. Esses procedimentos podem ser estabelecidos pela organização e informados aos empregados envolvidos. Já o trabalhador deve responsabilizar-se pela limpeza, guarda e conservação desses equipamentos, cuidados esses que devem ser informados e treinados pelo empregador (2).

O fabricante ou importador de EPI também tem suas responsabilidades ao comercializar esse produto, devendo fornecer um manual de instruções em língua portuguesa que oriente a utilização, manutenção e processos de limpeza e higienização adequados. Tais informações devem indicar, quando for o caso, o número de higienizações acima do qual não é possível garantir a manutenção da proteção original, sendo necessária a substituição do equipamento (2). As luvas descartáveis, no entanto, nunca devem ser lavadas, nem tampouco reutilizadas (3).

Para uma limpeza e sanitização adequadas de superfícies que entram em contato com alimentos, tais como EPI para mãos reutilizáveis, é essencial a escolha de produtos químicos apropriados, devendo-se levar em consideração a combinação da concentração, mecanismo de ação, tempo e temperatura (12).

DISCUSSÃO

É facilmente encontrado na literatura os procedimentos corretos para higiene de mãos, além de sua importância para a produção de alimentos seguros (10, 11). No entanto, poucos estudos foram publicados a respeito da correlação entre o uso de EPI e a segurança de alimentos (13).

Os estudos publicados entre 2012 e 2023 deram ênfase na importância da higiene de mãos adequada antes de calçar as luvas, entre as trocas das luvas e após retirá-las, para que esse uso seja efetivo (3, 8, 10). Além disso, foi demonstrada a relevância da escolha do tipo e material da luva relacionado com a função a ser exercida e a necessidade de troca frequente durante a manipulação de alimentos (3, 8, 9, 14).

Também foi demonstrada a importância do uso de luvas para o controle da transmissão de microrganismos do manipulador para o alimento, ao mesmo tempo em que reforça que se esse uso for inadequado, o risco de contaminação aumenta (8). É necessário, portanto, a aplicação de treinamentos sobre o uso adequado do EPI e do procedimento correto para higiene de mãos (10).

CONCLUSÃO

Poucos estudos demonstraram a importância da utilização dos EPI de mãos de maneira adequada para prevenir a contaminação do alimento a ser manipulado (6, 5,7), sendo necessário mais publicações que norteiem os procedimentos implementados nos serviços de alimentação. O uso desses dados pode ser útil, por exemplo, para serem utilizados na elaboração e implantação de Procedimentos Operacionais Padronizados (POPs) sobre modos de higienização de EPI de mãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministério do Trabalho e Previdência (BR). Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho – 2021 [Internet]. 2021 [acesso em 22 Set 2023]. Disponível em: https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/acidente_trabalho_incapacidade/arquivos/copy_of_AEAT_2021/aeat-2021.
2. Ministério do Trabalho e Emprego (BR). NR 06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI. 2022 [acesso em 21 set 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-6-nr-6>.
3. University of Wollongong Australia. Selection and Use of Gloves Guidelines. Australia; 2016.
4. Oliveira RS, Rodrigues MJ, Henriques AR. Specific hygiene procedures and practices assessment: a cross-sectional study in fresh fishery product retailers of Lisbon's traditional food markets. *Foods*. 2021; 10(8):1805.
5. Chigozie E. Food hygiene management and safe food production: an operational analysis of quick service restaurants in Port Harcourt. *Int. J. Bus. Manag. Rev.* 2021;9(1):78-93.



6. Alves, TC. Embrapa Pecuária Sudeste. Manual de equipamento de proteção individual. São Carlos; 2013.
7. Tiburcio RG, Azevedo, DIPD, Marinho, BLS, Binoti, ML. Uso de equipamentos de proteção individual por manipuladores de alimentos em uma unidade de alimentação e nutrição. HU Rev. 2020; 46:1-8.
8. Valero A, Rodríguez MY, Posada-Izquierdo GD, Pérez-Rodríguez F, Carrasco E, García-Gimeno RM. Risk factors influencing microbial contamination in food service centers. In Makun (Ed.) Significance, prevention and control of food related diseases. 2016; pp.27-58.
9. Brasil. Portaria CVS 5, de 09 de abril de 2013. Regulamento técnico sobre boas práticas para estabelecimentos comerciais de alimentos e para serviços de alimentação. Diário Oficial União. 19 abr 2013; Seção 1.
10. Food and Drug Administration (FDA). Employee Health and Personal Hygiene Handbook. 2020 [Acesso em 18 out 2022]. Disponível em: <https://www.fda.gov/media/77065/download>.
11. Ministério da Saúde (BR). Higienização simples das mãos. 2020 [Acesso em 25 nov 2022]. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/higiene-das-maos/cartazes/hm_higienizacao_simples.pdf/view.
12. Van Asselt AJ, Giffel MC. Pathogen resistance to sanitisers. In Handbook of Hygiene Control in the Food Industry, 2nd ed; Lelieveld, H.L.M., Mostert, M.A., Holah, J., Eds. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, UK, 2016; pp. 69 – 92, ISBN 978-0-0810-01554.
13. Lopes BRS, Vigoder HC, Medeiros MGGA. Uso de equipamentos de proteção individual e suas implicações na higiene de alimentos: revisão de literatura. J. Eng. Exact Sci. 2022;8(7).
14. Picchi AV, Matias ACG, Spinelli MGN. Uso e conservação de equipamentos de proteção individual (EPIS) em uma unidade de alimentação e nutrição hospitalar. Revista Univap. 2019; 25(49):130-138.

ANÁLISE DE USO PÓS-OCUPAÇÃO EM LABORATÓRIOS DESTINADOS A ATIVIDADES DE ENSINO E PESQUISA, EM INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO SUPERIOR

Joyce Emanuely de Lira Canuto¹; Stefanny Biu da Silva Costa²; João Matheus Barbosa de Moura³; Paulo Vitor da Silva Rocha⁴; Maria do Carmo de Albuquerque Braga⁵

¹Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFape
E-mail: Joyceelcanuto@gmail.com

²Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFape
E-mail: stefannyengenharia@gmail.com

³Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFape
E-mail: Mateofeelingx@gmail.com

⁴Estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFape
E-mail: paulo.vitorr@ufape.edu.br

⁵Docente pesquisadora do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFape
E-mail: maria.braga@ufape.edu.br

Resumo: Os laboratórios voltados para o ensino e pesquisa assumiram um papel essencial na otimização das atividades práticas dos cursos de graduação, oferecendo aos estudantes a oportunidade de aplicar e aperfeiçoar os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo de seus cursos. O presente estudo teve como objetivo abordar a Avaliação de Uso Pós-Ocupação (APO) dos laboratórios do LACTAL (Laboratórios Multiusuários da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco), focando em (in)compatibilidades entre o projeto arquitetônico e a realidade dos laboratórios em funcionamento tendo em vista as reais demandas das especificidades de cada tipo de laboratório. Para o estudo de caso foram realizadas visitas *in loco* e aplicados *checklists*, os quais foram disponibilizados pelas legislações vigentes. Os resultados apontaram que os laboratórios de Microbiologia de Alimentos, de Operações Unitárias e Fenômenos de Transporte, apresentaram as maiores inadequações, não cumprindo, portanto, os padrões estabelecidos pelas RDCs da ANVISA. Recomendam-se medidas de curto, médio e longo prazo, incluindo a organização de objetos e de equipamentos em desuso ou ainda aguardando manutenção, alocação de recursos para manutenção programada e aquisição de equipamentos necessários para esses laboratórios. Este estudo enfatiza a importância de manter laboratórios seguros e eficazes para promover a excelência no ensino e pesquisa, bem como cumprir as regulamentações para garantir a qualidade dos experimentos e a segurança dos usuários.

Palavras-chave: avaliação de uso pós-ocupação; inconformidades; laboratórios; qualidade; segurança

INTRODUÇÃO

À medida que as instituições de ensino superior se desenvolveram, os laboratórios destinados ao ensino e à pesquisa passaram a desempenhar um papel fundamental no melhor aproveitamento das atividades práticas dos cursos de graduação, proporcionando aos alunos a oportunidade de aplicar e aprimorar os conhecimentos teóricos adquiridos durante o curso. É de suma importância que os princípios legais de respeito sejam atendidos, e os de educação e organização sejam promovidos nesse espaço, a fim de garantir o funcionamento adequado e o trabalho bem-sucedido (1),(2).

Diferentes áreas englobam laboratórios com funções específicas, tais como física, química, bioquímica, biotecnologia, análise de alimentos, microbiologia, entre outros. Para cada tipo, existem normas de uso impostas pela instituição na qual estão situados, bem como legislações que regulam a implantação de sua infraestrutura e funcionalidade adequadas. Esses regulamentos desempenham um papel fundamental na garantia da segurança e qualidade dos experimentos, bem como dos trabalhos desenvolvidos.

Os Institutos Federais de Ensino Superior (IFES), como centros de excelência no ensino e pesquisa, dependem fortemente desses laboratórios para conduzir pesquisas avançadas e proporcionar uma educação de alto nível. Portanto, é essencial que esses espaços sejam administrados de forma otimizada, a fim de manter um ambiente seguro tanto para os pesquisadores quanto para as análises realizadas.

A análise do uso e ocupação de laboratórios acadêmicos é essencial para uma gestão eficiente e otimizada do espaço. Esse reconhecimento é um processo crucial que busca compreender como esses laboratórios são utilizados, analisando a dinâmica de ocupação, eficiência dos recursos, necessidades de manutenção e oportunidades de melhoria.

A Avaliação de Uso Pós-Ocupação (APO) oferece a capacidade de realizar diagnósticos abrangentes e sólidos, destacando tanto os aspectos positivos quanto os negativos dos espaços construídos, com o objetivo principal de diagnosticar o nível de satisfação dos usuários desses espaços. Além disso, a APO apresenta alternativas para eventuais intervenções nos espaços existentes, contribuindo para a melhoria de projetos futuros e estabelecendo um ciclo de aprimoramento contínuo da qualidade ao longo do processo de design (3),(4),(5).

A metodologia de uma APO consiste em avaliar o ambiente construído e seus componentes, abordando tanto questões comportamentais quanto técnicas relacionadas ao seu desempenho. Além de resgatar o histórico da produção do ambiente em avaliação como um subsídio de análise, a APO visa identificar o nível de satisfação do cliente final e os fatores que o influenciam. Ela busca apreciar o desempenho de acordo com as demandas dos usuários, expressas na forma de requisitos de desempenho para as partes individuais e para a construção como um todo. O que distingue essa metodologia das demais é o fato de que não apenas prioriza os aspectos de operação, uso e manutenção, mas também reconhece a importância do ponto de vista do usuário (3),(6),(7).

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo principal realizar uma análise abrangente do uso pós-ocupação em laboratórios destinados às atividades de ensino e

pesquisa do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), averiguando as possíveis (in)conformidades nos ambientes laboratoriais. Através da Avaliação Pós-Ocupação (APO) e de métodos de pesquisa apropriados, buscou-se entender como esses espaços são utilizados, identificar oportunidades de melhoria e contribuir para a otimização de sua gestão. Este estudo oferece uma visão aprofundada que tem o potencial de impactar positivamente a comunidade acadêmica e contribuir para o aprimoramento das instalações de laboratório em IFES.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo é de natureza descritiva, exploratória e observacional, empregando a metodologia de avaliação APO. O foco é identificar e analisar (in)compatibilidades existentes em relação à legislação que os regulamentam, juntamente com o suporte de outras normativas que disponibilizam um *checklist* para identificação de não conformidade, para averiguar se os objetivos de implantação do projeto foram alcançados.

A pesquisa foi realizada nas instalações do edifício LACTAL (Laboratórios Multiusuários da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco) situado na UFAPE, que abriga quinze laboratórios distintos, a saber: Análise de Alimentos, Análise Sensorial, Bioquímica de Alimentos, Embalagens de Alimentos e Controle de Processos, Informática, Microbiologia de Alimentos, Operações Unitárias e Fenômenos de Transporte, Química, Tecnologia de Bebidas e Produtos Apícolas, Tecnologia de Carnes e Derivados, Tecnologia de Cereais, Panificação, Óleos e Gorduras, Tecnologia de Frutas e Hortaliças, Tecnologia de Leite e Derivados, Tecnologia de Pescados e Ovos, Termodinâmica e Refrigeração.

A pesquisa adotou o *checklist* da RDC n° 275 (8) de 21 de outubro de 2002, que se divide em duas partes: a primeira trata da identificação do ambiente, enquanto a segunda parte aborda a avaliação do ambiente. Foram consideradas ainda a RDC n° 216, de 15 de setembro de 2004 (9), que trata das questões de segurança e uso desses ambientes, como infraestrutura física, rede de distribuição elétrica, hidráulica e sanitária, e a NR-12 (10), que versa sobre segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

Com base nos dados provenientes das pesquisas bibliográficas sobre as legislações pertinentes a cada laboratório, foi construída uma matriz de descobertas. E, com as informações coletadas por meio de questionários aplicados aos coordenadores, desenvolveu-se um estudo detalhado de cada ambiente quando, a partir dele, foi elaborado um quadro de recomendações.

Quanto à delimitação da amostra para realização da pesquisa, o trabalho foi dividido em quatro fases, situando-se atualmente na fase final, possibilitando já se vislumbrar uma conclusão antecipada, tendo em vista o adiantamento da obtenção e análise final dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação do *checklist*, observou-se que os laboratórios apresentam o mesmo padrão morfológico (mesma disposição de layout, teto em placas de gesso pintadas com tinta acrílica branca, piso em porcelanato antiderrapante, variando apenas a cor, paredes revestidas em cerâmica e bancadas em granito cinza andorinha). A principal diferenciação ocorre no dimensionamento, conforme planejado no projeto. Tais observações são

decorrentes de falhas de comunicação entre a Pró-reitoria de Planejamento, sediada na Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife, e o corpo docente do curso de Engenharia de Alimentos à época. Essas falhas podem ser consideradas responsáveis por praticamente 90% das inadequações identificadas.

O Quadro 1 apresenta a classificação dos laboratórios em três níveis de (in)compatibilidades, cada um correspondendo ao nível de urgência das ações à serem desenvolvidas para mitigação dos resultados obtidos na aplicação dos *checklists* disponibilizados nas RDCs nº 275 e 216 (8), (9).

Quadro 1 – Classificação do Nível de urgência para o desenvolvimento de ações para mitigação das (in)compatibilidades encontradas nos laboratórios vistoriados.

Nível de urgência de ação	Laboratórios
Nível 1 Ação de longo prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Microbiologia de Alimentos • Operações Unitária e Fenômenos de Transporte
Nível 2 Ação de médio prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia de leite e derivados • Tecnologia de Frutas e Hortaliças • Análise de Alimentos • Análise Sensorial
Nível 3 Ação de curto prazo	<ul style="list-style-type: none"> • Química • Embalagens de alimentos e controle de processos • Tecnologia de carnes e derivados • Tecnologia de cereais, panificação, óleos e gorduras

Fonte: Autores, 2023.

No que diz respeito à conformidade, foram identificadas discrepâncias entre o que se encontra executado e o que recomenda a legislação, no que diz respeito ao tipo de *layout* nos ambientes vistoriados, uma vez que cada laboratório possui especificidades distintas. O Quadro 2 indica quais laboratórios estão ou não em conformidade com suas especificações definidas pela legislação.

Quadro 2 – Classificação do nível de (in)conformidades existentes entre os laboratórios vistoriados e a legislação em vigência.

Nível de (in)conformidade	Laboratórios	Descrição
Nível de (in)conformidade 1 Não conforme	<ul style="list-style-type: none"> • Microbiologia de Alimentos; • Operações Unitárias e Fenômenos de Transporte; 	Não seguem as devidas especificações relacionadas ao <i>layout</i> .
Nível de (in)conformidade 2 Parcialmente conforme	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologia de Frutas e Hortaliças; • Tecnologia de leite e derivados; • Análise de Alimentos; • Análise Sensorial; 	Seguem parcialmente as especificações definidas na legislação.
Nível de (in)conformidade 3 Conforme	<ul style="list-style-type: none"> • Química • Embalagens de alimentos e controle de processos; • Tecnologia de carnes e derivados; • Tecnologia de cereais, panificação o, óleos e gorduras; 	Não apresentam (in)conformidades. Seguem totalmente a especificações definidas na legislação.

Fonte: Autores, 2023.

A partir do exposto nos quadros 1 e 2, torna-se evidente que dois dos laboratórios apresentam problemas que vão desde a falta de manutenção de diversos equipamentos, tais como aparelhos de ar condicionado, balanças e refrigeradores, até problemas mais sérios decorrentes de iluminação inadequada e da baixa capacidade do sistema elétrico instalado para suporte aos equipamentos. Além disso, também há questões simples, como a substituição de lâmpadas queimadas, torneiras com vazamentos e o acúmulo de equipamentos quebrados nos corredores do edifício. Como resultado, muitos desses laboratórios não estão em conformidade com as especificações estabelecidas pela RDC nº 216 (9) e nem mesmo àquelas propostas pelos professores e coordenadores, que são os principais usuários desses espaços. Vale ressaltar que a limpeza desses equipamentos e

instalações também são de grande importância para o seu adequado funcionamento, além do registro de todas as atividades executadas ou a serem executadas, beneficiando a segurança de todos que deles fazem uso.

Laboratório de Microbiologia de Alimentos

Durante a visita *in loco* a este laboratório, verificou-se que existiam inúmeras inadequações, como a inexistência de equipamentos fundamentais para a prática das atividades inerentes ao mesmo, o que implica em prejuízo não apenas no ensino-aprendizagem dos alunos, mas também no desenvolvimento de pesquisas. Assim, de início, já se vislumbrou que este é o ambiente mais prejudicado entre os vistoriados no edifício LACTAL.

Embora muitos dos itens do *checklist* tenham sido atendidos, para seu uso adequado, de acordo com a RDC 216 (9), esse laboratório necessitará de inúmeros ajustes. Para a RDC, devem ser realizadas manutenções periódicas dos equipamentos e utensílios, assim como é exigido que o ambiente interno esteja livre de objetos estranhos ou em desuso, o que não ocorre no laboratório em questão. Considerando que, no quadro 1, mostramos o nível de urgência em que se precisa trabalhar o laboratório, vemos que este espaço entra no nível 1 (longo prazo) pois é um dos dois que mais precisa de tempo e orçamento tanto para manutenção do ambiente, quanto para manutenção e compra de novos equipamentos.

Laboratório de Operações unitárias e Fenômenos de Transporte

Neste laboratório, é evidente uma grave falha estrutural, trata-se de um buraco no teto que tem provocado infiltrações e goteiras em todo o ambiente. Essas questões comprometem a integridade da estrutura do espaço laboratorial e afetam o armazenamento dos equipamentos e de materiais. O problema decorre do fato de que a estrutura não está em conformidade com as diretrizes estabelecidas nas RDC N° 216 e 275 da ANVISA (8), (9).

Esses regulamentos exigem uma estrutura adequada para o ambiente de estudo e armazenamento de equipamentos, bem como manutenção periódica e programada no local, o que é evidentemente negligenciado. Além disso, as diretrizes da ANVISA também proíbem a presença de infiltrações no ambiente, o que é uma característica notável no referido laboratório.

Laboratório de Tecnologia de Frutas e Hortaliças

A infraestrutura física do ambiente segue corretamente seus padrões, com janelas, portas, bancadas, teto, paredes e piso em conformidade. No entanto, a presença de um botijão de gás representa uma infração, segundo a NR-13 (11). O ambiente conta com armários destinados ao armazenamento de diversos tipos de materiais, além de estantes. Entretanto, ainda há uma quantidade significativa de materiais dispersos, principalmente caixas, dispostas em locais inadequados, comprometendo a higiene do laboratório. Além disso, o descarte de materiais sólidos que não estão mais em uso não está sendo realizado adequadamente, o que prejudica a segurança dos usuários.

Quadro 3 - Lista de (in)compatibilidades e não conformidades encontradas nos laboratórios vistoriados.

Laboratórios visitados	Inconsistências encontradas nos laboratórios	Sugestão de possíveis soluções
Operações Unitárias e Fenômenos de transporte	Falta de manutenção, objetos em desuso, infiltrações, falha na estrutura.	Mutirão para averiguação e destinação aos objetos e equipamentos em desuso.
		Criação de um orçamento mínimo para os ajustes das falhas estruturais e manutenção do ambiente.
Tecnologia de cereais, panificação o, óleos e gorduras	<p>Infraestrutura hidráulica: A torneira foi instalada de forma inadequada para o uso no ambiente ao qual está destinada.</p> <p>Cubas instaladas não são adequadas ao uso para laboratórios.</p>	
Microbiologia de Alimentos	Falta de manutenção, objetos em desuso.	
Química	Incidência de luz natural diretamente nos reagentes.	Realocação das estantes para evitar a incidência de luz diretamente nos reagentes.

Análise de Alimentos	Falta de tubulação para exaustor, gás e outros equipamentos;	Criação de um plano de readequação para laboratórios que apresentam alguma não conformidade com as legislações e especificidades das suas atividades.
Análise Sensoriais	Não segue as especificações para a execução de suas atividades	
Embalagens de alimentos e controle de processos	A localização do laboratório não está de acordo com o projeto de arquitetura.	Investigar a razão da mudança e se ela trouxe prejuízo ao funcionamento do laboratório, segundo a legislação. O laboratório tem funcionado dentro do esperado.
Tecnologia de carnes e derivados	A localização do laboratório não está de acordo com o projeto de arquitetura.	
Tecnologia de leite e derivados	O espaço é pequeno para comportar todo mobiliário e realizar as atividades propostas para o laboratório.	Passou por reformas após a aplicação deste trabalho. Não se sabe do atual estado.

Fonte: Autores, 2023.

CONCLUSÕES

Em função do exposto, conclui-se que a análise dos laboratórios integrantes do LACTAL revelou problemas críticos, com destaque para os laboratórios de Microbiologia de Alimentos e Fenômenos de Transporte, que não estão em conformidade com as RDCs estudadas. Para abordar essas questões, é essencial organizar e destinar corretamente objetos em desuso, alocar recursos para manutenção programada e adquirir equipamentos necessários ao adequado funcionamento desses ambientes.

O cumprimento das regulamentações, como as RDCs da ANVISA, é vital para garantir a segurança e qualidade dos experimentos. Ao tomar medidas imediatas e específicas para esses laboratórios, se estará contribuindo para a excelência no ensino e pesquisa, beneficiando alunos, pesquisadores e a qualidade da formação profissional nas Instituições Federais de Ensino Superior.

REFERÊNCIAS

1. Silva CS, Gonçalves JHS, Silva MC, Elliott AG, Bernardino MCR. Os Cursos da UFCA e a importância das práticas em Laboratório: LACIM. Folha de Rosto. 2015;1(esp): 20-30.
2. UniVS. Laboratório na faculdade: importância do recurso para estudar [Internet]. 2020 [acesso em 2023 out 21]. Disponível em: <https://univs.edu.br/blog/laboratorio-na-faculdade/>
3. Neta ES, Oliveira TD, Brum CM, Porta PGD, Rauber VALG. AVALIAÇÃO PÓS OCUPAÇÃO – APO: Conexões entre o Ambiente Construído, Comportamento Humano e Cidadania. PIXO. 2022;6(23):201-211.
4. Istan LP, Kempf A, Martinelli S, Oliveira TD. Avaliação pós-ocupação aliado à habitação de interesse social [Internet]. Cruz Alta: UniCruz; 2015 [acesso em 21 out 2023]. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2015/XX%20SEMIN%C3%81RIO%20INTERINSTITUCIONAL%202015%20-%20ANAIS/Graduacao>
5. Romero MA, Ornstein SW. Avaliação pós-ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social (Coleção Habitare). Porto Alegre: ANTAC; 2003.
6. Schäfer EF, Gomide FPB. Avaliação Pós-Ocupação do conjunto habitacional Moradias União Ferroviária Bolsão Audi/União, Curitiba (PR). Eng Sanit Ambient. 2014;19(2):155–164 [acesso em 21 out 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014000200006>
7. Ornstein SW, Romero MA. Avaliação pós-ocupação (apo) do ambiente construído [Monografia]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1992.
8. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. [Online]. [acesso em 21 out 2023] Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/anvisa/2002/anexos/anexo_res0275_21_10_2002_rep.pdf.
9. Brasil. ANVISA. Resolução RDC nº216. de 15 de setembro de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, n. 179, p. 25 - 28, 16 Setembro 2004. [acesso em 20 abr 2023]. Disponível em:



http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0216_15_09_2004.pdf/9b74835c-83e2-4940-9f9c-3a1e3359c192

10. Brasil. Ministério da Economia. NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. [Online]. [acesso em 21 out 2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>.
11. Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde no Trabalho. NR-13: Caldeiras, vasos de pressão, tubulações e tanques metálicos de armazenamento. [acesso em 22 out 2023]. Disponível em: www.mtb.gov.br

HIDROMEL: ORIGEM, HISTÓRIA E ASPECTOS LEGISLATIVOS (REVISÃO NARRATIVA)

Dayane da Silva Santos¹; Walter de Paula Pinto Neto²; Rayssa Karla Silva²; Marcos Antonio de Moraes Junior³; Rafael Barros de Souza⁴

¹Estudante do Curso de Doutorado em Genética - CB - UFPE; E-mail: dayane.santos@ufpe.br, ²Estudante do Curso de Doutorado em Ciências Biológicas - CB - UFPE, ³Docente do Departamento de Genética - CB - UFPE, ⁴Docente do Instituto de Ciências Biológicas - ICB - UFPE.

Resumo: O hidromel é considerado a bebida alcoólica mais antiga consumida pelo ser humano. No Brasil, os hidroméis começaram a ser produzidos pelos povos indígenas antes mesmo da vinda dos colonizadores europeus ao continente. No entanto, a sua comercialização no país ainda é baixa e a bebida é pouco conhecida pela população. Nesse sentido, o intuito deste documento é apresentar as informações básicas sobre o hidromel no mundo e, principalmente, no Brasil. O hidromel é definido como uma bebida alcoólica fermentada, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável. A variedade do mel utilizado e ingredientes especiais (fruta, pimenta, malte etc.) são atributos importantes para a categorização do hidromel que são classificados em: tradicional, de frutas ou melomel, temperado e especial. A legislação brasileira normatiza os componentes para a produção do hidromel, desde a potabilidade da água, definição e classificação do mel quanto a sua origem, procedimento de obtenção do favo, sua apresentação e/ou processamento e parâmetros de qualidade físico-químicos. Além do mel, aditivos alimentares podem ser utilizados para o processamento do hidromel e o Brasil possui um grande potencial para a produção dessa bebida devido a abundância e diversidade de matéria-prima de qualidade, sendo necessário o fomento à popularização desse produto.

Palavras-chave: bebidas alcoólicas; cultura do hidromel; mel de abelhas

INTRODUÇÃO

As bebidas alcoólicas no Brasil são regidas pela Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994 e regulamentadas pelo Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Sendo assim, são definidas como aquelas “com graduação alcoólica acima de meio por cento em volume até cinquenta e quatro por cento em volume, a vinte graus Celsius”. Dentro dessa classificação tem-se as bebidas fermentadas como o hidromel, que é obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável” (1; 2).

O hidromel é a bebida alcoólica mais antiga consumida pelo ser humano, sendo considerado precursor da cerveja. O seu consumo é relativamente popular em alguns países da Europa e da África, porém em outros países essa bebida ainda é pouco popular. No Brasil, a popularização do hidromel é baixa e poucas pessoas o conhecem. Portanto, sua produção

não desperta o interesse comercial pelas indústrias de bebidas, sendo os apicultores os principais responsáveis pela comercialização como forma complementar à produção de mel. Apesar do hidromel ser regulamentado pela legislação brasileira, geralmente a sua produção ocorre sem registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Essa realidade é preocupante, pois o processamento torna-se desprovido de tecnologia de produção que interfere na qualidade final do produto e sem fiscalização de órgão competente (3).

Apesar de existirem gargalos para a produção no país, o hidromel apresenta um grande potencial de comercialização, sobretudo pela disponibilidade da principal matéria-prima de produção, o mel, que exibe características físico-químicas de interesse industrial, uma vez que o mel possui propriedades organolépticas provenientes da vegetação nativa, que no Brasil tem-se um *hotspot* de diversidade biológica e, muitas vezes, endêmica (4).

Nesse sentido, o intuito deste documento é apresentar as informações iniciais sobre o hidromel no mundo e, principalmente, no Brasil.

ORIGEM E HISTÓRIA DO HIDROMEL

Evidências sugerem que a sua produção de hidromel possa ter ocorrido há 8000 anos a.C. a partir de achados sobre as primeiras coletas de mel. Os primórdios dessa produção devem ter ocorrido nos países africanos e, em seguida, tomado rumo para o mar Mediterrâneo, Europa e Ásia, estando presente na gênese das civilizações mais antigas (Figura 1) (5).

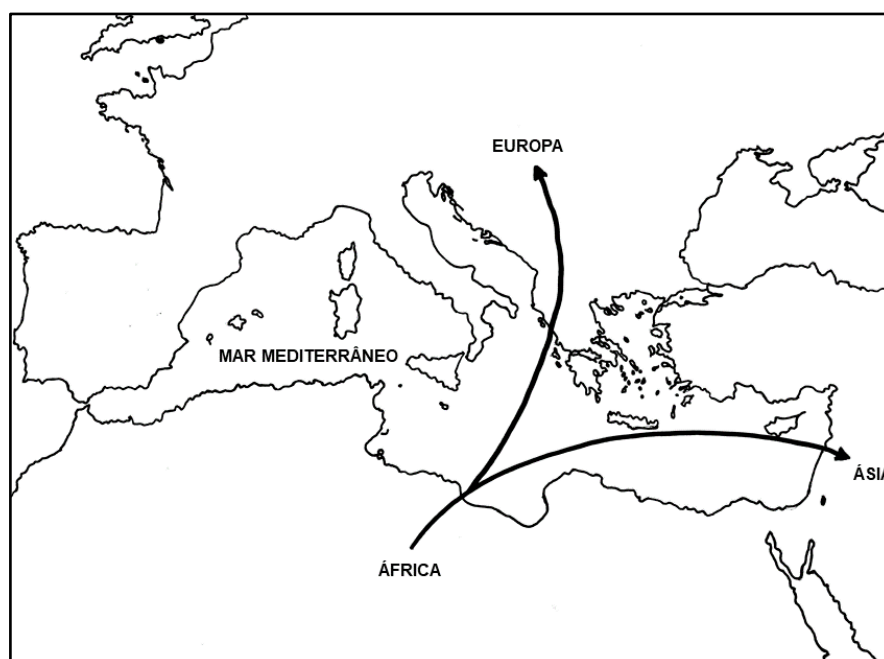


Figura 1 - Hipótese da origem da produção de hidromel no mundo. Os primórdios dessa produção devem ter ocorrido na África e, em seguida, tomou o Mar Mediterrâneo, se disseminando para a Ásia e Europa.

Fonte: Os autores.

Na Europa, a produção do hidromel foi reduzida quando as uvas passaram a ser utilizadas como uma alternativa mais barata para produção de uma bebida alcoólica. Por outro lado, nos países nórdicos, o hidromel continuou popular devido a menor disponibilidade de uvas (6). Já nas Américas, de forma independente, os Maias produziam uma bebida alcoólica fermentada a partir do mel e chamada de *Balché* (7). Da América Central, o hidromel foi disseminado à cabeceira meridional do Amazonas e se estendeu ao sul do Brasil, leste da Bolívia, Paraguai e Uruguai (Figura 2). Contudo, não era amplamente consumido, já que outras matérias-primas para produção de bebidas alcoólicas eram mais abundantes que o mel de abelha (8).



Figura 2 - Hipótese de origem e distribuição da produção de hidromel nas Américas.
Fonte: Os autores.

Já no Brasil, os hidroméis foram inicialmente produzidos pelos povos indígenas, não tendo sido uma herança herdada dos colonizadores europeus que chegaram ao continente. Os Tembés, uma tribo indígena historicamente localizada no nordeste da Amazônia, produzia uma bebida fermentada chamada *tucanaíra* a partir da água, mel de abelhas nativas e pólen coletados por essas abelhas, o *saburá* (3). Por outro lado, os índios Kaingang também utilizavam o hidromel para misturar com uma segunda bebida, o *goifá*, resultando em um

terceiro produto alcoólico, o *qui-qui* (9). Atualmente, a produção de hidromel no Brasil é baixa ao ponto de não possuir registros estatísticos sobre a sua produção. Contudo, nos últimos anos tem alcançado maior visibilidade devido a disponibilidade e diversidade da matéria-prima reconhecidamente de qualidade, bem como pelo aproveitamento das instalações de pequenas indústrias de bebidas alcoólicas que passaram a fabricar a bebida sem necessitar de alterações na planta da fábrica. Nesse contexto, tanto os pequenos apicultores quanto as pequenas indústrias têm se destacado nos últimos anos pela fonte de renda complementar e facilidade do processamento, respectivamente (10).

DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO HIDROMEL

A partir do Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, o hidromel foi definido como sendo uma bebida alcoólica fermentada com “gradação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela fermentação alcoólica de solução de mel de abelha, sais nutrientes e água potável” (2).

O Beer Judge Certification Program (BJCP) é uma organização certificadora mundial fundada em 1985. O BJCP é mais popularmente conhecido por incentivar o conhecimento e cultura cervejeira. Contudo, também incentivam o conhecimento e cultura do hidromel e da sidra. Um dos seus produtos é o guia de diretrizes de estilos do hidromel, que teve a sua última edição publicada em 2015. Nesse documento, encontram-se características e descrições comuns para os diferentes tipos de hidromel, sendo uma referência em concursos para julgamento por também categorizar a diversidade da bebida (11).

A bebida pode ser classificada a partir de atributos importantes como dulçor (seco; semi-seco; suave), carbonatação (tranquilo, quando sem gás; frisante, quando com pouco gás; espumante, quando com muito gás) e teor alcoólico (leve, quando 3,5-7,0 % Abv; normal, quando 7,5-14 % Abv; forte, quando 14-18 % Abv). Além disso, a variedade do mel utilizado e ingredientes especiais (fruta, pimenta, malte etc.) são atributos importantes para a categorização do produto (Tabela 1) (7; 11).

Tabela 1 - Categorias de hidromel segundo o guia de estilos de hidromel do Beer Judge Certification Program (BJCP) publicado em 2015.

Categoria	Subcategoria
Hidromel tradicional	Hidromel seco Hidromel semi-suave Hidromel suave
Hidromel de frutas	Cyser Pyment Hidromel de frutas vermelhas Hidromel de frutas com caroço Melomel
Hidromel temperado	Hidromel de frutas e especiarias Hidromel de especiarias, ervas e vegetais
Hidromel especial	Braggot Hidromel histórico Hidromel experimental

Fonte: BJCP, 2015 (Adaptado).

O hidromel tradicional, por ser mais simples, está sujeito a maiores percepções sensoriais. Quanto mais seco o hidromel, mais agressivo ao paladar e menor a untuosidade na sensação de boca devido a menor concentração de açúcares residuais. Por outro lado, o hidromel doce pode tornar-se enjoativo quando não equilibrado com a acidez da bebida. Ou seja, é uma categoria de hidromel onde o equilíbrio das características sensoriais é fundamental por serem mais facilmente percebidas. É nessa categoria que as características do mel mais devem estar presentes. Já o hidromel de frutas ou melomel são bebidas mais complexas sensorialmente e que têm na sua base frutas e, a depender da fruta utilizada, recebe um nome específico. Cysar é um melomel de maçãs, Pymment de uvas e assim por diante. Existe uma miríade de possibilidades que podem surgir por fatores históricos, regionais, culturais, econômicos e entre outros. O hidromel temperado pode utilizar-se de, ao menos, uma fruta e um tempero simultaneamente na bebida ou, ao menos, uma especiaria, ervas ou vegetais no produto. Essas bebidas são bastante complexas devido ao guia diverso dessas matérias-primas que podem ser usadas como ingredientes para a formulação de receitas com altos níveis de complexidade sensorial. Por fim, os hidroméis especiais são um conjunto de produtos que não se encaixam nas demais categorias mencionadas anteriormente. Aqui tem-se hidromel feito com malte, o que também remete às características sensoriais presentes na cerveja (Braggot) e uma diversidade de produtos se surgem pelas mais variadas misturas de matéria-prima (11).

MATÉRIAS-PRIMAS PREVISTAS PELA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

A Lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994 normatiza que a **água** utilizada para a produção de bebidas deve atender ao padrão oficial de potabilidade para o consumo humano que está disposto pela portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 (1). Sendo assim, a água deve atender a critérios para não oferecer risco à saúde e estar submetida à vigilância por órgãos competentes (12).

Já em concordância com a IN nº 24, de 29 de novembro de 2012, a água utilizada para a produção de bebidas fermentadas de mostos que usem matérias-primas muito concentradas com açúcares naturais como é o mel, deve ser exclusivamente empregada para correção de grau Brix (°Bx), redução do teor alcoólico do produto e/ou diluição da matéria-prima concentrada (13).

O **mel de abelha** é definido pela IN nº 11, de 20 de outubro de 2000 como sendo

“o produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia (13, p. 1).”

Quanto à sua composição, o mel é uma mistura com alto teor de carboidratos como, principalmente, a glicose e frutose. Também apresenta outros hidratos de carbono, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais, substâncias aromáticas, pigmentos, grão de pólen

e possivelmente cera de abelhas provenientes do processo de extração. Além disso, quaisquer aditivos são proibidos pela legislação vigente (14).

A mesma IN também classificada o mel quanto a sua origem, procedimento de obtenção de mel do favo, sua apresentação e/ou processamento (Tabela 2), bem como estabelece alguns parâmetros físico-químicos (Tabela 3) (14).

Tabela 2 - Classificação brasileira do mel de abelha quanto a sua origem, procedimento de obtenção de mel do favo e a sua apresentação e/ou processamento.

Classificação brasileira do mel de abelha	
Quanto à origem	
Mel flora	Quando o produto é obtido dos néctares das flores.
	Quando o produto procede principalmente de flores de uma mesma família, gênero ou espécie e possua características sensoriais, físico-químicas e microscópicas próprias.
	Quando o produto é obtido a partir de diferentes origens florais.
Melato ou mel de melato	Quando o produto é obtido principalmente a partir de secreções das partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que se encontram sobre elas.
Quanto ao procedimento de obtenção de mel do favo	
Mel escorrido	Quando o produto é obtido por escorrimento dos favos desoperculados, sem larvas.
Mel prensado	Quando o produto é obtido por prensagem dos favos, sem larvas.
Mel centrifugado	Quando o produto é obtido por centrifugação dos favos desoperculados, sem larvas.
Quanto à sua apresentação e/ou processamento	
Mel	Quando o produto está em estado líquido, cristalizado ou parcialmente cristalizado.
Mel em favos ou secreção	Quando o produto está armazenado pelas abelhas em células operculadas de favos novos, construídos por elas mesmas, que não contenha larvas em favos inteiros ou secções de tais favos.
Mel com pedaços de favo	Quando o produto contém um ou mais pedaços de favo com mel, isentos de larvas.
Mel cristalizado ou granulado	Quando produto passou por um processo natural de solidificação, como consequência da cristalização dos açúcares.
Mel cremoso	Quando o produto tem uma estrutura cristalina e fina que pode ter sido submetido a um processo físico, que lhe confira essa estrutura e que torne fácil de untar.
Mel filtrado	Quando o produto foi submetido a um processo de filtração, sem alterar o seu valor nutritivo.

Fonte: Adaptado de Brasil (2000).

Tabela 3 - Parâmetros físico-químicos do mel de abelha segundo a IN nº 11, de 20 de outubro de 2000.

Parâmetro	Especificação

	Mel floral	Melato
Açúcares redutores (g/100g)	Mínimo 65	Mínimo 60
Sacarose aparente (g/100g)	Máximo 6	Mínimo 15
Umidade (g/100 g)		Máximo 20
Sólidos insolúveis em água (g/100 g)		Máximo 0,1
Minerais (g/100g)	Máximo 0,6	Máximo 1,2
Acidez (meq/kg)		Máximo 50
Hidroximetilfurfural (mg/kg)		Máximo 60

Fonte: Adaptado de Brasil (2000).

Os carboidratos são os componentes mais abundantes no mel de abelha. A frutose, na maioria dos méis, é o carboidrato em maior concentração, seguida da glicose e ambas correspondem a aproximadamente 85-95% dos carboidratos do mel. Alguns dissacarídeos e trissacarídeos também podem ser encontrados em menores concentrações, além de concentrações ínfimas de polissacarídeos (15). Um alto teor de sacarose aparente no mel pode indicar uma coleta prematura, uma vez que esse dissacarídeo ainda não foi completamente dissociado em glicose e frutose pela ação da enzima invertase, secretada pelas abelhas (16).

Além disso, esses carboidratos estão sujeitos a alterações químicas durante o seu processamento e armazenamento, levando a formação de compostos indesejáveis como o furfural, o 5-hidroximetilfurfural (HMF) e seus derivados que podem apresentar atividades citotóxicas, genotóxicas, mutagênicas e carcinogênicas (17). No mel, a formação do HMF ocorre pela desidratação das hexoses catalisadas por ácidos (18). Em outras palavras, a presença dos carboidratos monossacarídeos e água em meio ácido favorece a formação desse composto (19). Nesse sentido, quanto mais concentrado o HMF no mel, mais degradado e envelhecido estará o produto (15; 20).

A água é a segunda substância com maior concentração no mel. Todavia, a sua umidade não deve ultrapassar 20 g/100g de mel. Sendo assim, essa baixa umidade promove menor possibilidade de contaminação e maior estabilidade do produto durante o tempo de armazenamento para consumo. Além disso, interfere na viscosidade, peso específico (densidade), maturidade, cristalização, sabor e palatabilidade (21).

Nas classes dos compostos com menores concentrações têm-se as proteínas, aminoácidos, vitaminas, flavonóides, pigmentos, ácidos orgânicos e minerais como cálcio, cobre, ferro, magnésio, fósforo, potássio e entre outros que, juntamente, caracterizam e contribuem com o valor nutricional do mel (14; 22).

Com o advento da microscopia, em 1680, Anton van Leeuwenhoek foi o primeiro a observar os micro-organismos. Entretanto, Leeuwenhoek não associou as **leveduras** como seres vivos e agentes responsáveis pelo processo fermentativo, que na época era considerado um fenômeno espontâneo ou divino. Mais tarde, em 1789, Antoine-Laurent Lavoisier associou a conversão dos açúcares no mosto em etanol e dióxido de carbono. Porém, a presença das leveduras continuava dissociada com a conversão dos carboidratos em etanol. Apenas em meados da segunda metade dos anos 1800 que Louis Pasteur estabeleceu as leveduras como seres vivos e, finalmente, em 1879, afirmou a relação entre fermentação alcoólica e leveduras (23).

As leveduras são fungos unicelulares que apresentam crescimento assexual predominantemente por brotamento ou fissão e por não apresentarem corpo de frutificação. Existem centenas de linhagens de leveduras, mas a maioria delas não é apropriada para a fabricação de bebidas. A maioria das leveduras utilizadas para a produção de bebidas pertencem ao gênero *Saccharomyces*, sendo *S. cerevisiae* a principal. Essas leveduras utilizam o mosto durante a fermentação para consumir açúcares fermentescíveis e produzir etanol, dióxido de carbono e substâncias organolépticas (23; 24).

A escolha da linhagem de levedura utilizada para o processamento tem influência no produto. O metabolismo desses micro-organismos é responsável pela produção de uma miríade de compostos que integram o buquê da bebida, seja produzindo substâncias desejáveis, os *flavors*, ou indesejáveis, os *off-flavors* (25). Portanto, torna-se indispensável a escolha adequada do micro-organismo para a produção. No geral, as leveduras para o hidromel são aquelas utilizadas para a produção de vinho, que apresentam características importantes como: alta tolerância ao etanol e variações de temperatura, alta capacidade fermentativa e de sedimentação, produção de substâncias organolépticas de interesse e entre outras (26; 27).

MATÉRIAS-PRIMAS NÃO PREVISTAS PELA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E ADITIVOS ALIMENTARES

Além das matérias-primas previstas pelo Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009, outros ingredientes também podem ser utilizados para o processamento informal do hidromel no Brasil ou formalmente em outros países. Destes, alguns podem contribuir nutricionalmente para o mosto, assim como o fazem os adjuntos cervejeiros estabelecidos pela IN nº 65, de 10 de dezembro de 2019, assim como também podem ser utilizados aditivos alimentares, sendo esses últimos previstos pela legislação brasileira (2; 28). E por aditivos alimentares entende-se

“qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento (29).”

Os aditivos alimentares também são regulamentados pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 239, de 26 de julho de 2018, quanto a sua autorização, funções, limites máximos e condições de uso (30). Dentre esses adjuntos e aditivos têm-se a utilização de sucos ou polpas de frutas, especiarias e ervas aromáticas que podem ser adicionadas diretamente ou em forma de extratos em quaisquer etapas do processo (31). Além desses, diversos aditivos acidulantes, antiespumantes, antioxidantes, estabilizantes, conservantes, corantes, aromatizantes e entre outros preconizados pela Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997, e autorizados sob parâmetros legislativos da RDC nº 239, de 26 de julho de 2018.

CONCLUSÕES

O hidromel está aos poucos alcançando um espaço cultural no mercado de bebidas brasileiro e por já possuir as diretrizes e normas preconizadas para a produção, tem aparato normativo com potencial de produção e exportação. O Brasil possui grande disponibilidade de matéria-prima de qualidade, como diferentes tipos de mel, o que proporciona uma diversidade de hidroméis, com características sensoriais únicas, que estão relacionadas diretamente ao tipo de mel e a adição de frutas nativas, no caso do melomel. Ademais, o conhecimento científico e tecnológico e a divulgação do hidromel podem auxiliar no maior investimento do produto e maior escoamento da produção de mel.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo financiamento dos projetos “Desenvolvimento de bebidas de alto valor agregado a partir do mel proveniente da apicultura e meliponicultura do sertão de Pernambuco”, no Edital FACEPE 12/2020 para o Apoio a Pesquisas para Arranjos Produtivos Locais (Processo APQ-0434-2.12/20) e “INOVAMEL: Prospecção do ambiente de negócio para inovação da apicultura do sertão do Pajeú”, aprovado no Edital FACEPE 02/2022 para Credenciamento de Ambientes para Inovação em Pernambuco – Lócus de Inovação 2022 (Processo APQ-0161-9.26/22) e concessão de bolsas de estudos.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, autoriza a criação da Comissão Intersetorial de Bebidas e dá outras providências. Lei Nº 8.918, de 14 de Julho de 1994. Brasília, DF.
2. BRASIL. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Regulamento da Lei Nº 8.918, de 14 de Julho de 1994. Brasília, DF.
3. Venturini Filho WG. Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia. 2. ed. São Paulo: Blucher; 2016.
4. Sousa JMB de, Souza EL de, Marques G, Benassi M de T, Gullón B, Pintado MM, et al. Sugar profile, physicochemical and sensory aspects of monofloral honeys produced by different stingless bee species in Brazilian semi-arid region. LWT - Food Science and Technology. 2016 Jan;65:645–51.
5. Iglesias A, Pascoal A, Choupina A, Carvalho C, Feás X, Estevinho L. Developments in the Fermentation Process and Quality Improvement Strategies for Mead Production. Molecules. 2014 Aug 19;19(8):12577–90.
6. Digby K. The Closet of Sir Kenelm Digby, Knight, Opened. 1. ed. London: Philip Lee Warner; 1910.
7. Moraes LF. O Guia do Hidromel Artesanal. São Paulo: Editora Livraria da Física; 2018.
8. Dobrizhoffer M. História de Abiponibus equestri, bellicosaque Paraquariæ natione [Internet]. Google Books. Jos. nob. de Kurzbek; 1784 [cited 2023 Oct 13]. Available from: <https://books.google.com.br/books?id=cGpYAAAACAAJ&pg=PP7&hl=pt->

- [BR&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false](#) *apud* Ribeiro, BG. *Suma Etnológica Brasileira: edição atualizada do handbook of south american Indians*. Petrópolis: Vozes; 1986.
9. Ribeiro BG. Apresentação. In: *Suma etnológica brasileira: Etnobiologia*. 3. ed. Belém: Universidade Federal do Pará; 1997 *apud* Venturini Filho WG. *Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia*. 2. ed. São Paulo: Blucher; 2016.
 10. Karla Silva R, de Paula Pinto Neto W, Antonio de Moraes Júnior M, Barros de Souza R. Desafios da produção de hidromel no Brasil: processamento e legislação brasileiraa Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife, PE, 50.670-901, Brasil.b Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco. R. Arnóbio Marques, 310, Santo Amaro, Recife, PE, 50.100-130, Brasil.*Autor correspondente: Rayssa Karla Silva, Bacharela em Engenharia Química, Centro deBiociências, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária,Recife, PE, 50.670-901, Brasil. 81 2126-7817; rayssa.karla@ufpe.br.10.51161/editoraime/248/66Data de submissão:18-05-2022Data de aceite: 01-07-2022Data de publicação: 20-08-2022Rayssa Karla Silva a*, Walter de Paula Pinto Netoa, Marcos Antonio de Moraes Júniora e Rafael Barros de Souza b. In: Mendes de Souza P, Santos Pereira V, editors. *Bebidas Fermentadas e Destiladas: pesquisas e aplicabilidades* [Internet]. Editora IME; 2022 [cited 2023 Nov 17]. Available from: <https://editoraime.com.br/livros/index.php/ime/catalog/view/248/42/1229-1>.
 11. England K, Mitchell D, Feltus A, Wilcox M, Eichhorn B. Beer Judge Certification Program 2015 Style Guidelines Mead Style Guidelines Edited by Gordon Strong. Available from: https://legacy.bjcp.org/docs/2015_Guidelines_Mead.pdf.
 12. BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Portaria Nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Brasília, DF, 12 dez. 2011.
 13. BRASIL. Instrução Normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012. Complementação dos padrões de identidade e qualidade para as seguintes bebidas fermentadas: fermentado de fruta, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto, sidra, hidromel, fermentado de cana e saquê ou sake. Instrução Normativa Nº 34, de 29 de Novembro de 2012. Brasília, DF, 28 jul. 2017.
 14. BRASIL. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel. Instrução Normativa Nº 11, de 20 de Outubro de 2000. Brasília, DF, 20 out. 2000.
 15. Finola MS, Lasagno MC, Marioli JM. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chemistry*. 2007 Jan;100(4):1649–53.
 16. Küçük M, Kolaylı S, Karaoğlu Ş, Ulusoy E, Baltacı C, Candan F. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry*. 2007 Jan;100(2):526–34.
 17. Teixidó E, Santos FJ, Puignou L, Galceran MT. Analysis of 5-hydroxymethylfurfural in foods by gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2006 Nov;1135(1):85–90.
 18. Belitz HD, Grosch W. *Química de los alimentos*. 2. ed. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.; 1992 *apud* Silva SJN da, Schuch PZ, Vainstein MH, Jablonski A.

- Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocínica capilar micelar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2008 Dec;28:46–50.
19. NozalMJ, Bernal JL, Toribio L, Jiménez JJ, MartínMT. High-performance liquid chromatographic determination of methyl anthranilate, hydroxymethylfurfural and related compounds in honey. *Journal of Chromatography A*. 2001 May;917(1-2):95–103.
 20. Spano N, Casula L, Panzanelli A, Pilo M, Piu P, Scanu R, et al. An RP-HPLC determination of 5-hydroxymethylfurfural in honey The case of strawberry tree honey. *Talanta*. 2006 Feb 15;68(4):1390–5.
 21. Mendes C de G, Silva JBA da, Mesquita LX de, Maracaja PB. As Análises De Mel: Revisão. *Revista Caatinga*. 2009 Jul 9;22(2). Available from: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/789/633>
 22. Silva SJN da, Schuch PZ, Vainstein MH, Jablonski A. Determinação do 5-hidroximetilfurfural em méis utilizando cromatografia eletrocínica capilar micelar. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2008 Dec;28:46–50.
 23. White C, Jamil Zainasheff. *Yeast: the practical guide to beer fermentation*. Boulder, Co: Brewers Publications; 2010.
 24. Kurtzman, CP. *The Yeast: a taxonomic study*. 5. ed. London: Elsevier; 2011.
 25. Lambrechts MG, Pretorius IS. Yeast and its Importance to Wine Aroma - A Review. *South African Journal of Enology & Viticulture*. 2019 Jun;21(1).
 26. Pereira AP, Dias T, Andrade J, Ramalhosa E, Estevinho LM. Mead production: Selection and characterization assays of *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Food and Chemical Toxicology*. 2009 Aug;47(8):2057–63.
 27. Pretorius IS. Tailoring wine yeast for the new millennium: novel approaches to the ancient art of winemaking. *Yeast*. 2000;16(8):675–729.
 28. BRASIL. Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. Instrução Normativa Nº 65, de 10 de Dezembro de 2019. Brasília, DF, 11 dez. 2019.
 29. BRASIL. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Regulamento técnico aditivos alimentares. Portaria Nº 540, de 27 de outubro de 1997. Brasília, DF, 27 out. 1997.
 30. BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada nº 239, de 26 de julho de 2018. Estabelece os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em suplementos alimentares. Resolução da Diretoria Colegiada - Rdc Nº 239, de 26 de Julho de 2018. Brasília, DF, 27 jul. 2018.
 31. Gupta JK, Sharma R. Production technology and quality characteristics of mead and fruit-honey wines: A review. *NPR Vol8(4)*. 2009 Aug 1; Available from: <https://nopr.niscpr.res.in/handle/123456789/5987>.

APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO PARA O ENVASE DE GARRAFAS DE IOGURTES EM UMA INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Samanta Rayelly de Souza Silva¹; Larissa Tenório de Lima²; Bárbara Thais Oliveira da Silva³; Romero Luiz Mendonça Sales Filho⁴; Suzana Pedroza da Silva⁵

¹Graduanda em Bacharelado em Engenharia de Alimentos - UFAPE; E-mail: samantarayelly@gmail.com

²Bacharel em Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: larissalima1046@hotmail.com

³Graduanda em Bacharelado em Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: barbarathais1323@gmail.com

⁴Docente do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: romero.filho@ufape.edu.br

⁵Docente do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE; E-mail: suzana.pedroza@ufape.edu.br

Resumo: O controle estatístico de processo (CEP) auxilia na detecção de causas das variabilidades em processos produtivos que vão desde a seleção da matéria-prima até a saída do produto final, sendo uma excelente ferramenta para manutenção de um processo controlado e rentável. Teve-se como objetivo aplicar o CEP em uma linha de produção de iogurtes, buscando agregar ainda mais qualidade ao processo e detectar as causas da variação do peso líquidos desses produtos. Foi realizada uma amostragem sistemática na coleta das amostras, com pesagens em balança analítica, obedecendo a frequência estabelecida de coleta para pesagem de cada amostra. Foram obtidos os gráficos de controle e de monitoramento para as variáveis (Gráficos de média (\bar{X}) e amplitude (R)), e para o controle para o monitoramento do processo para atributos da embalagem do produto final (Gráfico de número de defeitos na amostra (C)). Com a sugestão de novos limites de especificação do processo, verificou-se que o mesmo se tornou capaz, sendo necessária a análise das causas especiais do processo, realizada através do uso de diagrama *Ishikawa*, a fim de eliminá-las, tornando assim o processo sob controle. O gráfico para atributos apontou 0,38 defeitos por coleta de dados. Os gráficos de monitoramento apontaram que as variáveis e atributos monitorados estão sob controle. Esse trabalho monitorou uma variável e alguns atributos identificados na linha de produção de iogurtes, seus resultados possibilitam a ampliação da implementação em outras linhas da fábrica, de modo a perpetuar a aplicação do CEP nas etapas de todo processo.

Palavras-chave: amostragem; diagrama de causa e efeito; gráficos de controle

INTRODUÇÃO

A busca por produtos e serviços de qualidade tem se tornado cada vez maior por parte dos consumidores, dessa forma, empresas devem estar sempre buscando inovar e se adaptar às exigências do mercado. Não há uma definição única sobre o conceito de qualidade (1), mas pode ser considerada como a capacidade de atender às necessidades dos clientes uma vez que para a maioria dos clientes, qualidade é referente apenas ao produto; esta visão é estabelecida através da adequação ao uso, se o produto atende às expectativas e satisfaz o consumidor, sem falhas, o que leva a necessidade de se ter controle de todo o processo.

Ao utilizar o Controle Estatístico de Processo (CEP), pode-se monitorar o processo no que se trata de qualidade, visando identificar variações significativas e prevenir a produção de itens com qualidade insatisfatória garantindo a confiabilidade do produto final. Para o monitoramento desse parâmetro durante toda fabricação de um produto, se faz necessário uso de ferramentas de qualidade, para se poder avaliar os pontos de baixa eficiência e se perceber os de melhores eficiência.

Ferramentas como os Gráficos de controle são utilizados para monitorar processos e sinalizar a presença de causas especiais. É uma apresentação gráfica dos valores da característica da qualidade em análise, sendo uma ferramenta para o monitoramento da variabilidade e para avaliação da estabilidade de um processo (2). Um gráfico de controle apresenta uma linha central (LC), e duas outras linhas horizontais, chamadas de limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC).

A presença de pontos amostrais entre os limites de controle aponta que o processo se encontra sob controle estatístico e não há necessidade de intervenção. No entanto, um ponto fora dos limites de controle deve ser interpretado como evidência de que o processo está fora de controle. Detectada a presença de uma causa especial atuando sobre o processo, deve-se investigá-la e intervir para eliminá-la (3). Para isto, o uso de gráficos de controle permite o monitoramento do processo *on-line* permitindo correções imediatas, possibilita estimar parâmetros do processo de produção para saber a capacidade do processo, proporciona informações para melhorias e reduzir a variabilidade do processo (2). Existem dois tipos básicos de gráficos de controle (2): o gráfico de controle para variáveis é o que a característica da qualidade é expressa por um número em uma escala contínua de medidas e; o gráfico de controle para atributos, no qual as amostras não podem ser mensuradas, sendo classificadas em itens conformes e não conformes.

Gráficos de controle para variáveis apresentam em sua estrutura a plotagem de três linhas, que consistem em dois limites de controle, um superior (LSC) e outro inferior (LIC), e uma linha central representando o valor médio da característica de qualidade correspondente à situação do processo sob controle e também pontos que representam as médias de pequenas amostras, de mensurações periódicas de alguma característica importante de um processo, ou o número ou porcentagem de peças defeituosas ou número de defeitos. É bom ressaltar que, para determinação dos limites superior e inferior de controle, um pré-requisito é que a característica de qualidade deve-se seguir uma distribuição normal (4).

Outra ferramenta utilizada são as Folhas de verificação, estes são formulários que visam a coleta e registro de dados de forma sistemática, possibilitando rápida interpretação dos resultados com a intenção de inspecionar para aceitar ou rejeitar o produto; monitorar, acompanhando o desempenho de um processo; e/ou controlar a fim de reduzir perdas. Geralmente apresentadas na forma de quadros, tabelas ou planilhas onde se deve estabelecer qual o evento será estudado, qual a amostragem necessária, definir o período e a frequência durante o qual os dados serão coletados, construir um formulário claro e de fácil manuseio certificando-se de que todas as colunas estão claramente tituladas e que há espaço suficiente para registro dos dados, e finalmente, coletar dados consistentes e honestamente (5).

Quando se faz necessário o uso de uma ferramenta de qualidade capaz de demonstrar a relação existente entre o resultado de um processo (efeito) e os fatores do processo (causas)

que podem, por razões técnicas, influenciar no resultado considerado, utiliza-se o Diagrama de Causa e Efeito (6). Conhecido também como gráfico de Ishikawa (Kaoru Ishikawa, que o criou em 1943) ou como gráfico de espinha de peixe, por ter uma forma similar a uma espinha de peixe, em que, o eixo principal representa o fluxo de informações e as espinhas são as causas identificadas para análise.

O diagrama de causa e efeito considera os problemas que podem ser classificados em seis tipos diferentes de causas, também chamados de 6M's que são: o método (utilizado para executar o trabalho), a máquina (que pode ser a falta de manutenção ou a operação errada da mesma), a medida (as decisões sobre o processo), o meio ambiente (qualidade ou não do ambiente corporativo), a mão-de-obra (refere-se ao nível de qualificação do executor do processo) e o material (baixo nível da qualidade da matéria-prima usada no processo) (5).

Quando se trata de um fluxograma, deseja-se uma representação gráfica que, faz uso de diferentes formas geométricas representativas, apresenta a sequência de um trabalho de forma analítica, caracterizando as operações e etapas do processo, os responsáveis e/ou unidades organizacionais envolvidas, facilitando o entendimento, identificação de gargalos e pontos de melhoria (7).

O controle das etapas durante um processamento é fundamental para se obter bons resultados de qualidade. É possível que mesmo um processo com variabilidade controlada e previsível produza itens defeituosos, devendo-se avaliar a capacidade do processo em atender às especificações estabelecidas (6). O índice de capacidade é útil na tomada de decisões para verificar se o processo empregado está adequado as especificações exigidas. Diz-se que um processo está sob controle estatístico quando tem a capacidade de gerar produtos de maneira consistente e com a mínima variabilidade possível, o que não implica atendimento às exigências ou especificações do produto (2).

Os índices de capacidade mais utilizados são C_p e C_{pk} . O índice de capacidade C_p deve ser aplicado quando o processo está centrado no valor nominal (valor alvo). Entretanto, se o processo não estiver centrado, sua capacidade real será menor do que a indicada por C_p . Portanto, é conveniente pensar em C_p como uma medida de capacidade potencial, isto é, a capacidade de um processo centrado no valor nominal. Se o processo não estiver centrado no valor nominal da especificação, deve ser utilizado o índice C_{pk} . Pois, se o processo não estiver centrado, sua capacidade real será menor do que a indicada pelo C_p .

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi propor gráficos de controle para o processo de produção de iogurtes de 170 g, com auxílio das ferramentas da qualidade e metodologia CEP, visando monitorar o processo e aumentar a qualidade do produto, como também, sanar os problemas de variação de peso líquido em uma de suas máquinas envasadoras.

MATERIAIS E MÉTODOS

A empresa do local de estudo conta com 7 linhas de envase, envolvendo bebidas lácteas, iogurtes, leite fermentado e sachês de leite em pó (Figura 1).

O problema estudado foi a variação de peso em uma das linhas de iogurte da empresa, de maneira a detectar falhas de sobredosagem ou ainda peso baixo dos produtos fabricados, neste caso iogurtes de 170 g. A envasadora em estudo é uma máquina de estrutura mais

antiga, por isso o estudo pretende detectar as principais causas das possíveis variações, além de elencar eventuais falhas na produção.

Foi realizada uma amostragem sistemática para a coleta a das garrafas de iogurtes na linha de produção, e então gerar os gráficos de controle da variação do peso líquido e para os gráficos de controle para atributo embalagem. Para a amostragem, verificou-se quantas garrafas de iogurte eram produzidas em 10 minutos. Fixou-se o número de 5 garrafas para compor uma amostra, calculou-se o R (Equação 1), que representa a razão entre a produção total em uma hora e a quantidade de amostras retiradas.

$$R = \frac{\text{População}}{\text{Amostra}} = \frac{\text{Total de bebida produzida}}{\text{Total de bebidas analisadas}} \quad (1)$$

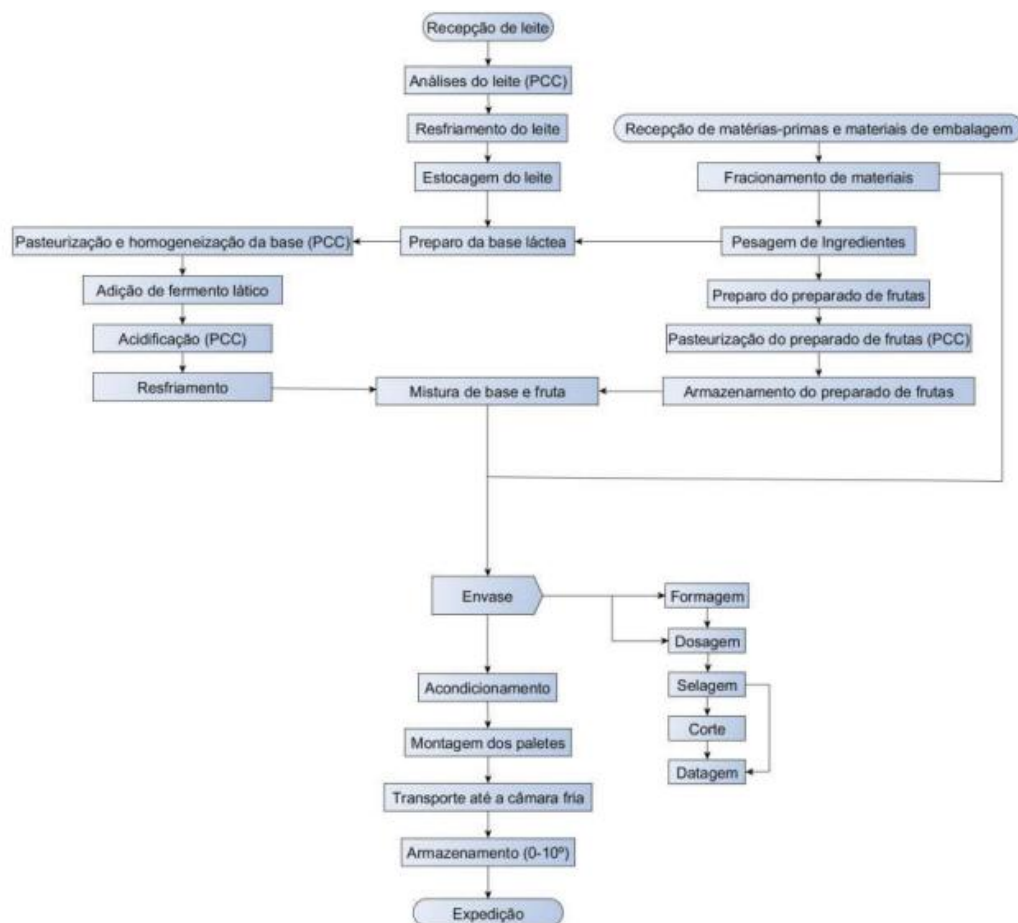


Figura 8 – Fluxograma de produção da empresa estudada

Fonte: Costa (2018) (8)

Em seguida, foi sorteado um número aleatório k entre 1 e R . A sequência de amostras de garrafa foi determinada da seguinte maneira:

- Garrafa 1: k ;
- Garrafa 2: $k + R$;
- Garrafa 3: $(k + R) + R$;
- Garrafa 4: $((k + R) + R) + R$;

Garrafa 5: $((k + R) + R) + R$.

E, realizada uma regra de três simples para determinar o tempo exato em minuto/segundo que deveria ser retirada a amostra de produto na linha, a partir da sequência gerada.

As pesagens realizadas na empresa foram utilizadas para calcular os limites de controle e os pontos foram plotados em busca de formarem um padrão aleatório de distribuição, caso esse padrão não fosse atingido, um ponto seria excluído para o cálculo de novos limites, gerando gráficos mais apropriados ao padrão aleatório do processo da empresa.

O cálculo dos limites superior e inferior de controle foram calculados de acordo com as equações dispostas abaixo para a média e para a amplitude. Os LSC e LIC para a média se deram por meio da Equação 2 e Equação 3 respectivamente.

$$LSC = \bar{x} + (A_2\bar{R}) \quad (2)$$

$$LIC = \bar{x} - (A_2\bar{R}) \quad (3)$$

Para elaborar os gráficos de controle de amplitude os limites LSC e LIC foram calculados de acordo com as Equações 4 e Equação 5 dispostas a seguir.

$$LSC = D_4\bar{R} \quad (4)$$

$$LIC = D_3\bar{R} \quad (5)$$

A análise dos gráficos de controle para as variáveis ocorreu em par, sendo vistos os pontos dos gráficos de controle de média e de amplitude (amplitudes móveis), onde estes devem ser aleatórios e com os pontos distribuídos entre os limites de controle.

Para o desenvolvimento dos gráficos de controle, inicialmente foram utilizadas 30 amostras, contendo 5 garrafas em cada uma, no fim, mais 5 amostras com 5 garrafas cada para monitorar o processo produtivo. Os gráficos de controle para média (\bar{X}) e amplitude (R) foram feitos para a variável peso líquido dos iogurtes e o gráfico para atributos das embalagens (C) foi feito para números de defeitos na amostra, sendo todos os gráficos desenvolvidos no *software* Excel.

A Equação 6 abaixo representa a forma de se encontrar o índice de potencial do processo (C_p). Em que, o **Limite Superior de Especificação (LSE)** e o **Limite Inferior de Especificação (LIE)** são valores que a empresa exige como meta dos valores mínimos e máximos que os dados podem chegar.

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad (6)$$

Após o cálculo dos índices é necessário realizar a análise dos mesmos de forma prática para verificar se o processo é capaz, em que são definidos três intervalos de referência, conforme mostrado na Tabela 1.

Valor de C_p	Classificação
----------------	---------------

$C_p < 1$	Incapaz ou inadequado
$1 \leq C_p \leq 1,33$	Satisfatório ou aceitável
$C_p \geq 1,33$	Capaz ou adequado

Tabela 9 – Análise do Índice de Capacidade do Processo (C_p)

Fonte: Montgomery (2004) (2)

Com base nas análises das pesagens aplicaram-se as ferramentas de controle estatístico de qualidade, sendo elas o Diagrama de Causa e Efeito, utilizando o *software* Minitab e Gráfico de Controle, utilizando o Excel. As ferramentas utilizadas auxiliaram na tentativa de explicar as variações de peso do iogurte com 170 g.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Gráficos para média \bar{X} e amplitude R para a variável peso líquido do iogurte de 170 g

Os gráficos de média (\bar{X}) e amplitude (R) alcançaram um padrão aleatório apenas na segunda plotagem apresentados na Figura 2 e Figura 3. Não foi observado nenhum ponto com tendência a alerta, de acordo com a faixa de limites de controle para a média (Figura 2), portanto, o processo encontra-se sob controle estatístico, podendo ser utilizado como padrão para monitorar o processo de envase de iogurte para os meses subsequentes.

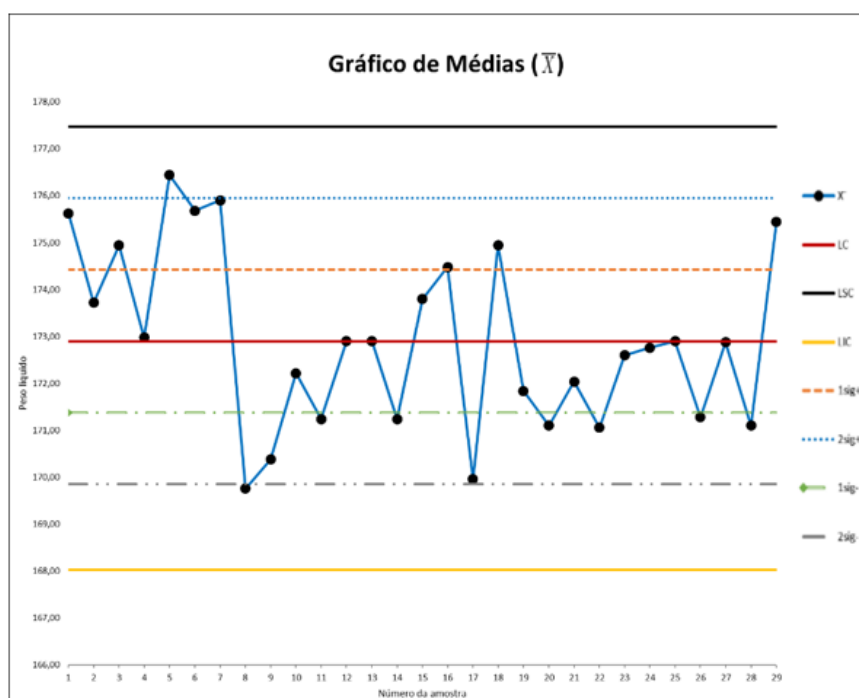


Figura 2 – Gráfico de controle de médias para o peso líquido dos iogurtes produzidos

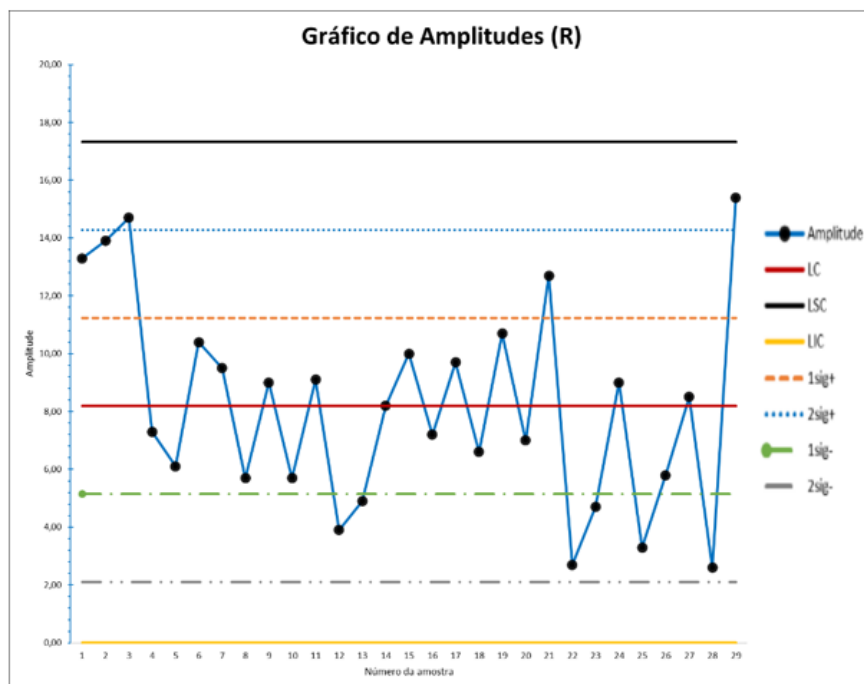


Figura 3 – Gráfico de controle de amplitudes para o peso líquido dos iogurtes produzidos

Com a obtenção dos gráficos de controle acima, iniciou-se a etapa de monitoramento, onde foram monitorados cinco dias de produção, apresentados nas Figuras 4 e Figura 5 abaixo.

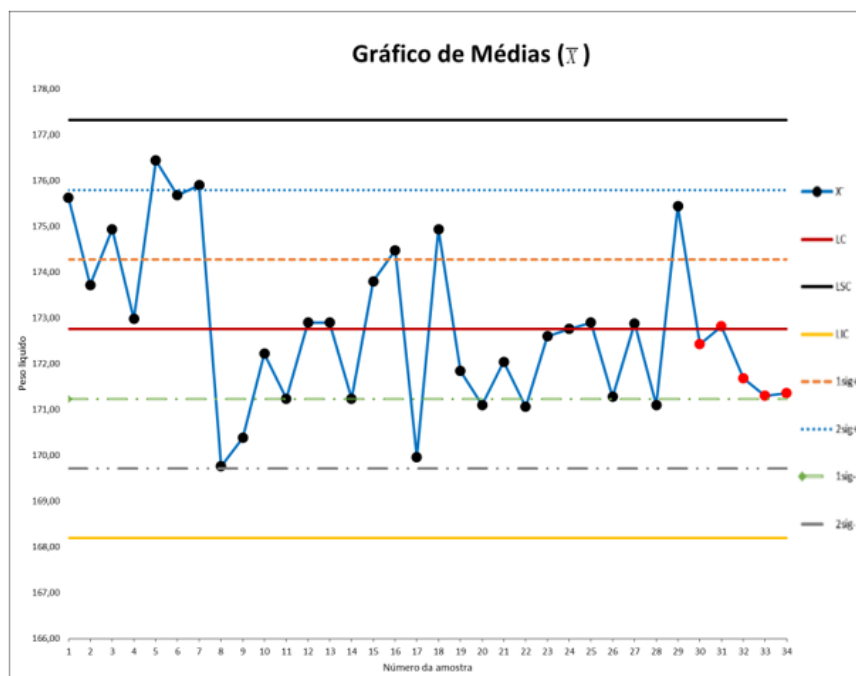


Figura 4 - Gráfico de monitoramento das médias para o peso líquido dos iogurtes produzidos, monitoramento nos pontos vermelhos

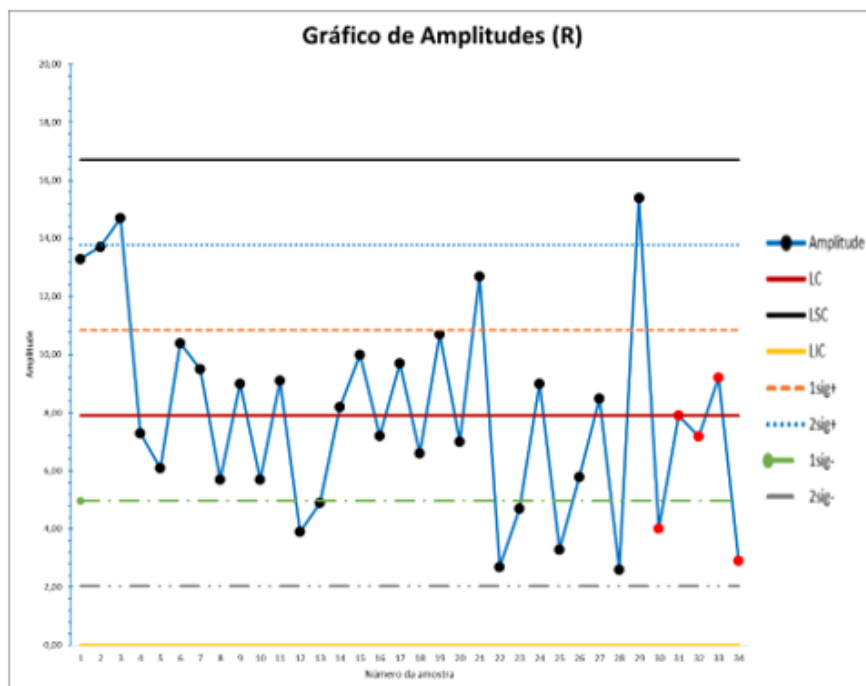


Figura 5 - Gráfico de monitoramento das amplitudes do peso líquido dos iogurtes produzidos, monitoramento nos pontos vermelhos

Através dos gráficos de controle representados nas Figuras 4 e 5, pode-se observar que, o processo se encontra sob o controle estatístico, visto que, estão dentro dos limites de especificação, apresentando um padrão aleatório e dentro dos limites de controle.

Gráficos de controle e monitoramento para os atributos número de defeitos na amostra (C)

Nestes gráficos foram avaliados se os produtos estavam selados corretamente; se a garrafa apresentava partes amassadas; se o lote e informações de validade estavam sendo impressas; e se a garrafa estava limpa.

Na primeira tentativa, um ponto encontrava-se acima do limite superior de controle, através da sua exclusão, o gráfico de controle com padrão aleatório com pontos dispostos entre os limites de controle para o número de defeitos por amostra foi obtido na segunda tentativa (Figura 6).

Gráfico para o número de defeitos na amostra (C)

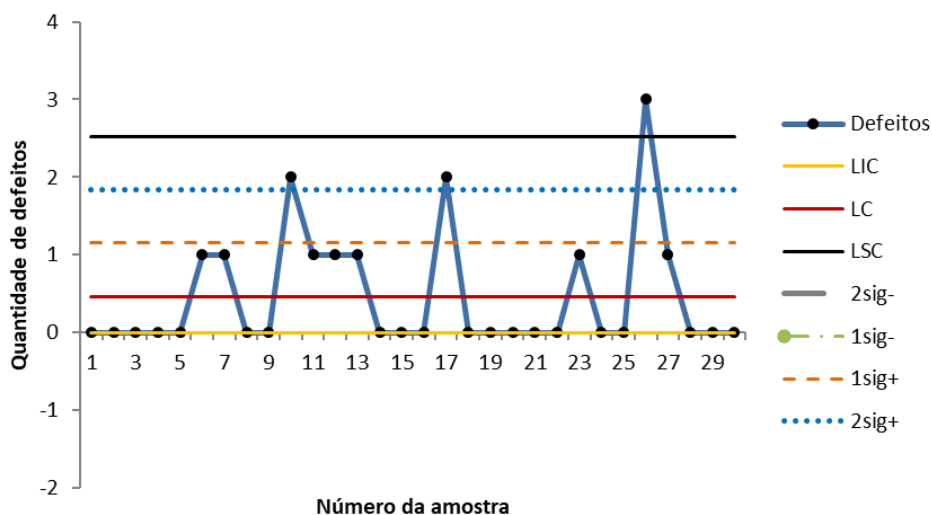


Figura 6 – Gráfico de controle para número de defeitos na amostra

Através da Figura 6 obtém-se que a média de defeitos por amostra é de 0,38 defeitos, sendo o defeito mais verificado relacionado a selagem do produto. Desta forma, é necessário identificar o que está implicando falhas para que possa diminuir as perdas de produtos.

O monitoramento foi realizado em cinco coleta de dados, dispostas na cor vermelha através da Figura 7 abaixo. Pode-se perceber que todas as variáveis analisadas estão sob controle, dentro das condições de produção da empresa. Porém, é importante que a indústria mantenha o monitoramento de maneira a entregar o peso líquido descrito, assim como evitar desperdício de produto em razão do sobrepeso verificado em algumas amostras.

Gráfico para o número de defeitos na amostra (C)

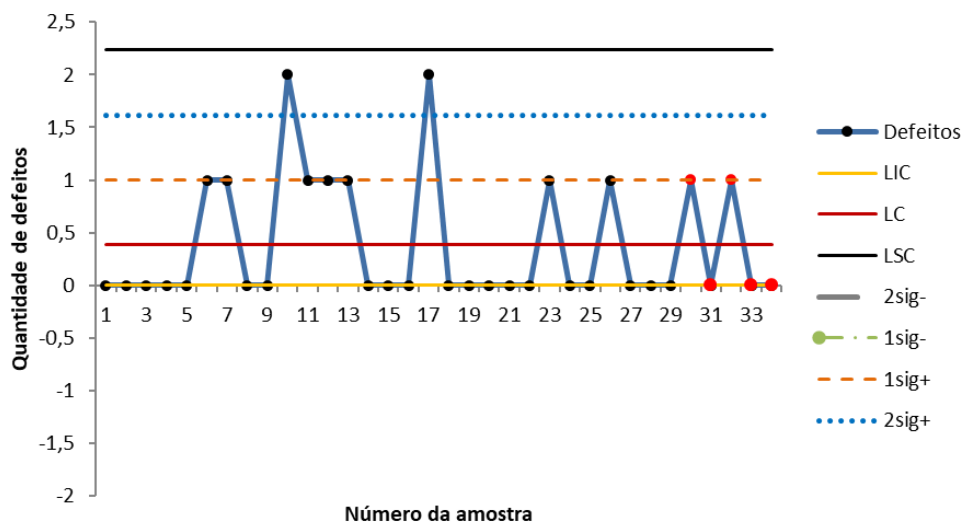


Figura 7 – Gráfico de monitoramento para número de defeitos na amostra

A qualidade está atrelada a baixa variabilidade, ou seja, assim que se consegue manter certa sincronia, pode-se diminuir consideravelmente as perdas atreladas ao processo, assim como gerar um aumento da produtividade. Com a diminuição da variabilidade, é possível alcançar maior controle do processo, além de diminuição dos custos, pois as causas das perdas podem ser corrigidas.

Através do monitoramento, após seguidas tentativas, pode-se observar se a produção está sendo conduzida de maneira aleatória e sem causas especiais de variação, o que foi comprovado a partir do padrão aleatório dentro dos limites de controle.

Análise de Capacidade do Processo

Um processo estável não indica que é um processo capaz, por isso é importante verificar a capacidade do processo (9). Com o cálculo do C_p e o P foi visto que o processo é incapaz de atender as especificações do produto, considerando os LSC 171,1 e LIC 168,0, vigentes na empresa. Com os limites de especificação superior de 171,7 para 178,15, o índice de capacidade será 1,07, tornando o processo satisfatoriamente capaz.

Diagrama de Causa e Efeito

Para identificar as causas especiais que existem na variação do peso do iogurte sabor morango de 170 g foi desenvolvido um diagrama de causa e efeito (Figura 8), baseando-se nas informações coletadas através dos colaboradores da empresa e observações durante a operação da máquina.

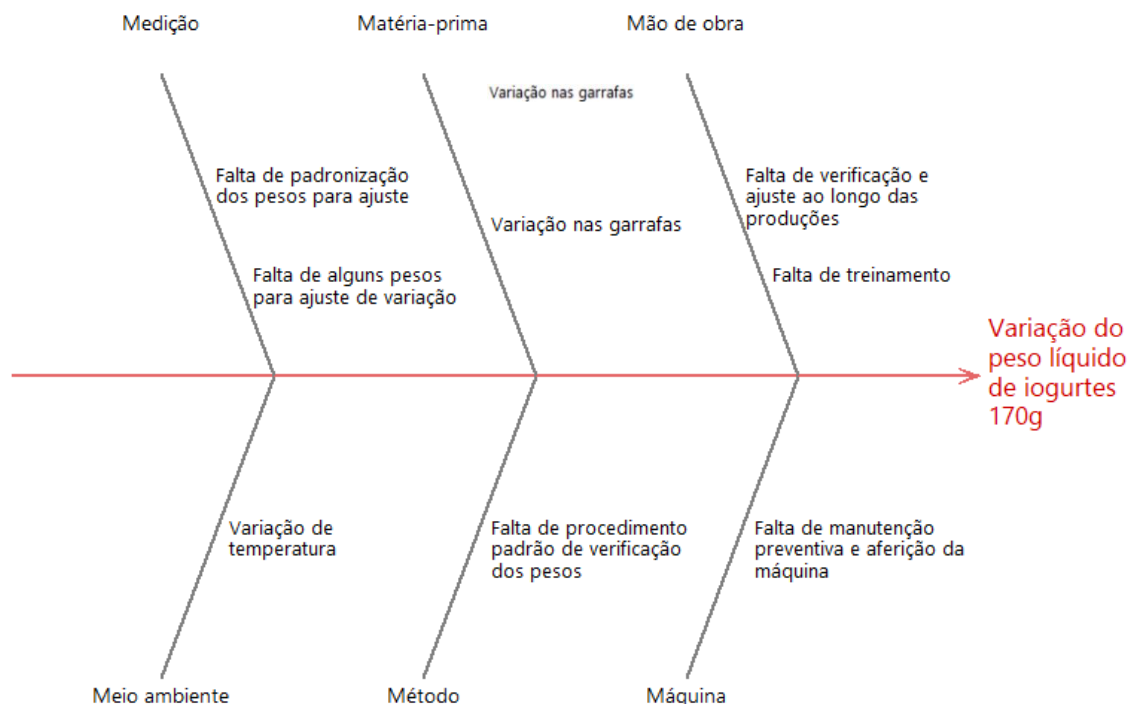


Figura 8 – Diagrama de Causa e Efeito

As principais causas identificadas na variabilidade do peso durante a produção do iogurte de 170 g foram: a falta de verificação e ajuste ao longo do processo, a variação no peso das garrafas, falta de pesos e padronização para ajuste das variações, a falta de um procedimento padrão para verificação dos pesos, e por fim, a falta de manutenção preventiva e aferição da máquina.

No que diz respeito a mão-de-obra, o não total conhecimento da necessidade de verificações periódicas do peso durante as produções por parte dos operadores, que muitas vezes não checam o comportamento dos pesos dos produtos, podendo serem realizados treinamentos tratando sobre a importância da verificação e sua periodicidade; em relação a matéria-prima, verificar a qualidade do material utilizado na fabricação das garrafas, pois sua resistência determinará o quanto de produto ela pode conter; sobre os métodos há uma inexistência de um procedimento padrão de verificação do peso líquido implicando em falhas ao longo do processo, podendo haver uma elaboração e apresentação aos funcionários para padronizar a operação; tratando sobre medidas, a falta de organização dos pesos que realizam ajustes nas balanças da máquina evidenciando um potencial para a variação constatada, podendo ser feita a aquisição de novos pesos padrão para calibração das balanças; para as máquinas, surge a necessidade de manutenção preventiva ao invés de corretivas, já que há uma quebra com certa frequência, implica na parada da máquina, resultando em perdas na produção dos iogurtes.

CONCLUSÕES

O Controle Estatístico do Processo (CEP) é uma ferramenta de fácil uso e aplicação, permitindo monitorar o processo, detectar as variáveis potenciais a erros, auxiliando a empresa com a diminuição da variabilidade do processo. Por meio da coleta de dados, pode-se realizar a análise do comportamento do processo através dos gráficos de controle obtidos e identificar um ponto de alerta no processo, com isso, fez-se necessário eliminar este ponto e recalculá-lo o gráfico de controle para o período. Assim, atendendo as condições de limites de controle definindo um padrão aleatório para o gráfico de controle de média e amplitude.

Constatou-se as causas para a variação do peso líquido nessa linha de envase, evidenciando que é preciso recalculá-lo os limites de controle e assim obter um processo capaz e com número mínimo de defeitos. A partir da análise do diagrama de causa e efeito pode-se identificar e sugerir correções para os problemas identificados, como também, atitudes preventivas e se evite a recorrência dos problemas elencados.

Por fim, este trabalho monitorou as principais variáveis e atributos identificados na linha de produção de iogurtes e seus resultados permitem a ampliação e implementação do CEP nas etapas de todo o processo produtivo em outras linhas da fábrica.

REFERÊNCIAS

1. AVELINO, A. C.; SALVAGNI, R. B. Qualidade no processo de produção - um modelo de gestão para garantir a qualidade de acabamento das carrocerias em chapa na linha de produção. 2005. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
2. MONTGOMERY, D. C. Introduction to Statistical Quality Control. 3rd ed. New York: JW, 2004.
3. CARVALHO, S. C. S. Aplicação de métodos e ferramentas da qualidade no setor de envase em uma organização do segmento de cosméticos. 2018. 72 f. TCC (Graduação em Engenharia de Produção) – Instituto de Ciências Exatas.
4. ALECRIM, D. A. Aplicação do Controle Estatístico do Processo no Envase de Iogurte em uma Indústria de Laticínios na Paraíba. 2015. 72 f. TCC. Universidade Federal de Campina Grande, 2015.
5. SARMENTO, A. C. D. O. Aplicação das ferramentas do controle de qualidade numa indústria de laminados multicamadas. TCC. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.
6. WERKEMA, M. C. C. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. 1 ed. Minas Gerais: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.
7. OLIVEIRA, R. P. D. Sistemas, organização e métodos. São Paulo: Atlas, 2013.
8. COSTA, M. A. Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO) DAIRY Partners Americas Nordeste Produtos Alimentícios LTDA: Vivências na Garantia da



Qualidade e no Sistema de Inspeção Federal. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns-PE, 2018.

9. DAMINELLI, L. M. Análise do peso do biscoito laminado: aplicação do controle estatístico do processo. 2013. 85f. TCC - Curso de Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

ROTULAGEM NUTRICIONAL DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Allana Thais Pereira da Silva¹; Diogo Marques da Silva²; Gerla Castello Branco
Chinellate³

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UFAPE E-mail:

allanathais56@gmail.com, ²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UFAPE E-

mail: diogoengdealimentos@gmail.com, ³Docente/pesquisador do Depto de Engenharia

de Alimentos – UFAPE E-mail: geral.chinellate@ufape.edu.br.

Resumo: Esta revisão bibliográfica se propôs a contextualizar a evolução histórica da rotulagem nutricional de alimentos, explanando as principais leis utilizadas e modificadas durante os últimos anos, identificando os seus avanços, impactos, relevância e expectativas futuras. Ao longo dos anos, a legislação brasileira de alimentos sofreu mudanças significativas, no layout e na tabela nutricional do produto. Por exemplo, a RDC N° 360, de 23 de dezembro de 2003, tornou não obrigatória a declaração de ferro, cálcio e colesterol nos rótulos, considerado por muitos retrocesso à saúde pública. Ainda que essa mudança projetasse no futuro a homogeneidade das legislações dos países do Mercosul e garantisse a ausência e restrição de barreiras comerciais, reduzindo custos. A rotulagem nutricional é imprescindível dentro do contexto em que vivemos, ela é essencial para compreensão dos nutrientes que compõem o alimento e fornece uma base para melhores escolhas em relação à saúde. Ainda assim, estudos comprovam que a maioria dos consumidores não entende de forma satisfatória as informações declaradas nos rótulos dos produtos alimentícios, apesar da ANVISA se empenhar em tornar a rotulagem mais didática e acessível, o que se constitui em um desafio a ser enfrentado. A legislação de alimentos deve ser construída como uma tática para a mitigação das deficiências nutricionais, dos índices de obesidade e de doenças nutricionais que podem ser evitados através de um consumo consciente de alimentos com altos valores calóricos, quantidades elevadas de açúcares e gordura saturada.

Palavras-chave: legislação; mudanças; rótulo; saúde.

INTRODUÇÃO

A globalização, os constantes avanços da ciência e da tecnologia, bem como a inserção da mulher no mercado de trabalho, resultaram em transformações significativas no estilo de vida e nos hábitos alimentares dos indivíduos. O que culminou em uma maior procura e um maior consumo de alimentos industrializados, pelo fato de serem mais práticos e fáceis de se preparar, caracterizando assim, uma dieta altamente desregulada, evidenciando essencialmente o alto consumo de alimentos de origem animal, açúcares, farinhas refinadas e alimentos ricos em sódio (1)

Tem-se visto cada dia mais mudanças no comportamento alimentar dos consumidores, principalmente uma maior consciência na compra dos alimentos, momento em que a leitura dos rótulos tem se tornado hábito de alguns, em virtude de um maior acesso às informações, maior escolarização e a preocupação com a saúde. (2) A rotulagem

nutricional de alimentos embalados no Brasil é regulamentada pela RDC de nº 360 de 23 de dezembro de 2003, da ANVISA, que determina quais informações, quantidade em gramas ou mililitros, lista de ingredientes, prazo de validade do produto e identificação de origem sejam obrigatórios. (3)

A Rotulagem Nutricional é entendida como toda a apresentação do produto ao consumidor, explanando as propriedades nutricionais do alimento, englobando os principais ingredientes e seus valores energéticos. Porém, é indispensável que as informações dispostas sejam claras e objetivas, de forma a ser compreendida por todos que se destinarem a sua leitura. (4)

Assim, a rotulagem de alimentos tem grande importância dentro do contexto em que vivemos, sendo essencial para compreensão dos nutrientes que compõem o alimento e fornece uma melhor base para escolhas conscientes em relação à saúde. Porém, estudos comprovam que a maioria dos consumidores não entende de forma satisfatória as informações que são declaradas no rótulo dos produtos alimentícios, apesar da ANVISA se empenhar em tornar a rotulagem mais didática e acessível possível, isso ainda é um desafio a ser enfrentado.

A função do rótulo, dentre outros fatores, é garantir a veracidade das informações, bem como sua lista de ingredientes, prazos de validade, origem e alerta sobre os riscos que o produto pode apresentar à saúde e à segurança dos consumidores. E funciona como um veículo de informações entre a indústria e o consumidor, possibilitando o entendimento do que é o produto, sua composição, formulação e características, bem como ações de marketing e publicidade. Pode-se afirmar que a rotulagem é um recurso que auxilia para a orientação de hábitos alimentares, tornando-se uma das ferramentas de comunicação entre os produtores e os consumidores, dessa forma se torna um elemento de grande importância para a saúde pública.

As informações fornecidas por meio da rotulagem contemplam um direito assegurado pelo Código de Defesa do Consumidor, que declara que a informação sobre um produto deve ser clara e com especificações corretas de quantidade, composição, qualidade e sobre os riscos que possam apresentar (6). Segundo os estudos realizados por (7), e publicados pela Revista Eletrônica Acervo Saúde, aponta-se que os consumidores precisam interpretar e compreender as informações nos rótulos dos alimentos, tendo em vista a importância dessas informações.

Em outubro de 2020 foi publicado pela Anvisa as novas normas sobre rotulagem nutricional, a Instrução Normativa – IN Nº 75, DE 8 DE OUTUBRO DE 2020 onde estabelece os requisitos técnicos para a declaração da rotulagem nutricional dos alimentos embalados, que devem entrar em vigor em 9 outubro de 2022. Esses requisitos facilitam a compreensão das informações nutricionais presentes nos rótulos dos alimentos e assim auxiliar os consumidores a realizarem escolhas alimentares mais cautelosas. Essas normas estabelecem mudanças na legibilidade, no teor e na forma de declaração de informações dispostas na tabela nutricional, nas condições que ditam o uso das alegações nutricionais, assim como a inovação em virtude da Rotulagem Nutricional Frontal. Considerada até então como a maior inovação das novas regras, a rotulagem nutricional frontal é um símbolo

informativo que deve constar no painel da frente da embalagem. O seu propósito principal é esclarecer ao consumidor acerca do alto conteúdo de nutrientes que têm relevância para a saúde, a saber, o açúcar adicionado, a gordura saturada e o sódio. (8)

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão de publicações nas áreas de legislação de alimentos e rotulagem nutricional, através das plataformas acadêmicas, Google acadêmico, Scielo, Repositório UFRJ, base de dados do Governo brasileiro. Foram utilizadas combinações de palavras-chaves para um melhor desempenho na pesquisa. As palavras-chaves incluídas foram: “rotulagem nutricional”, “nova rotulagem”, “legislação de alimentos” e “tabela nutricional”. No total foram encontrados e selecionados artigos incluindo também teses, e em sua maioria homepages, tanto de revistas online como oficiais do governo. Assim, essa revisão contou diversas pesquisas científicas sendo em sua maioria site e documentos do Estado, pôr em suma se tratar de legislação brasileira, foi priorizado o recorte de tempo do ano de 1945 até os dias atuais, levando em consideração a evolução das leis e normativas, e as constantes alterações na legislação nutricional brasileira.

A EVOLUÇÃO DA LEGISLAÇÃO NUTRICIONAL DE ALIMENTOS DURANTE OS ANOS

A legislação de rotulagem de alimentos no Brasil é muito ampla, e é composta por inúmeras resoluções, portarias, leis e decretos, que ao longo dos anos foram sofrendo alterações, atualizações e até suspensões. O início desse desenvolvimento se fez presente inicialmente com o acompanhamento, estudos e pesquisas voltadas à alimentação, de acordo com o Decreto de nº 7.328, de 17 de fevereiro de 1945 que designou a criação da Comissão Nacional de Alimentação. (9) Em 1990, foi publicada a lei de nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004 que responsabiliza o Estado a incentivar e promover pesquisas, principalmente no ramo alimentício. (10)

A partir dos anos 2000, o Brasil tornou obrigatória as características nutricionais dos produtos, ocasionando a uniformidade destes, culminando no que se conhece hoje como rotulagem nutricional, a partir da publicação da RDC de nº 94. Em meio a publicação desta RDC, surgiram algumas alterações e revogações, que futuramente permitiria a publicação das RDC de nº 359 e a RDC de nº 360 de 2003, estabelecendo a aplicação da rotulagem nutricional obrigatória de alimentos de qualquer origem, incluindo aqueles embalados sem a presença dos consumidores e dispostos para a venda. O Brasil teve um papel muito importante na história, sendo um dos primeiros a estabelecer a obrigatoriedade da rotulagem nutricional para todos os alimentos e bebidas embalados sem exceção, perpetuando a pauta de saúde da população. (11) (8)

Por exemplo, a RDC de nº 40/2001, de 21 de março de 2001, estabelece a padronização da declaração de nutrientes, como a adição da declaração de valor calórico, nutrientes e componentes do produto, objetivando-se transmitir maior quantidade de informações ao consumidor. Ademais, definir a declaração dos nutrientes em virtude da Ingestão Diária Recomendada (IDR), que diz respeito a porcentagem de valor diário (VD), embasado em uma dieta de 2500 quilocalorias (kcal). (12) (13) (14)

Entre os anos de 2014 e 2016 foi formado um grande grupo constituído por várias agremiações e associações, entre elas a ABIA (Associação Brasileira de defesa do Consumidor), o IDEC (Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor), o ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos) e outros com a finalidade de revisar a legislação nutricional para alimentos embalados. E assim, no ano de 2017 foi publicado o relatório elencando os principais problemas identificados, soluções discutidas e as atividades conduzidas nas reuniões. (14)

Cerca de 18 Resoluções da Diretoria Colegiada e 4 Instruções Normativas anularam aproximadamente 50 legislações, o que gerou grande transtorno na indústria e no mercado. Apesar dessas mudanças, pode-se perceber que essas alterações foram ínfimas, essas alterações já eram previstas, visto que, o Decreto de nº 10.139, de 28 de novembro de 2019 prevê a revisão e a consolidação de todo e qualquer ato normativo inferior a esse decreto. (15)

Na tabela 1 pode-se observar com clareza quais as principais leis foram alteradas, e ou revogadas nos últimos anos. A primeira coluna trata dessas leis, a segunda coluna dispõe a sua ementa e a terceira coluna trata da lei que anulou e ou alterou o ato normativo em questão.

Tabela 1 – Principais leis que foram revogadas, alteradas ou substituídas, nos últimos anos.

Ato normativo	Ementa	Revogação
RDCs 54/2012; 48/2010; 163/2006; 360/2003 e 359/2003	Trata dos requisitos sanitários para enriquecimento e restauração de alimentos.	RDC N° 429, de 8 de outubro de 2022
PRT SVS/MS 31/1998	Trata dos requisitos sanitários para enriquecimento e restauração de alimentos.	RDC 714, de 1° de julho de 2022
Portarias 54/1995; 29/1998; 30/1998 e as RDCs 135/2017 e 155/2017	Trata dos requisitos sanitários do sal hipossódico, dos alimentos para controle de peso, dos alimentos para dietas com restrição de nutrientes e dos alimentos para dietas de ingestão controlada de açúcares.	RDC 715, de 1° de julho de 2022
RDC 493/2021	Trata dos requisitos de composição e rotulagem dos alimentos contendo cereais e pseudo cereais para classificação e identificação como integral e para destaque da presença de ingredientes integrais.	RDC 712, de 1° de julho de 2022



RDC 2/2007 e a IN 15/2017

Trata de aditivos alimentares
aromatizantes.

RDC 725, de 1º de julho de
2022

RDC 3/2013

Trata dos alimentos
nutricionalmente
modificados.

RDC 720, de 1º de julho de
2022

RDCs 259/2002; 123/2004;
340/2002; 35/2009;
26/2015; 136/2017;
459/2020 e IN 67/2020.

Trata da rotulagem dos
alimentos embalados.

RDC 727, de 1º de
julho de 2022

RDC 263/2005

Trata dos requisitos
sanitários dos amidos,
biscoitos, cereais integrais,
cereais processados, farelos,
farinhas, farinhas integrais,
massas alimentícias e pães.

RDC 711, de 1º de julho de
2022

RDC 266/2005

Trata dos requisitos
sanitários dos gelados
comestíveis e dos preparados
para gelados comestíveis.

RDC 713, de 1º de julho de
2022

RDCs 267/2005; 276/2005; 277/2005; 219/2006 e alteração da RDC 450/2020	Trata dos requisitos sanitários do café, cevada, chás, erva-mate, especiarias, temperos e molhos.	RDC 716, de 1º de julho de 2022
RDCs 274/2005 e 316/2019	Trata dos requisitos sanitários das águas envasadas e do gelo para consumo humano.	RDC 717, de 1º de julho de 2022
RDC 273/2005	Trata de misturas para o preparo de alimentos e alimentos prontos para o consumo.	RDC 719, de 1º de julho de 2022
RES CNNPA 3/1976, RDCs 264/2005; 265/2005; 271/2005; 450/2020	Trata dos requisitos sanitários do açúcar, açúcar líquido invertido, açúcar de confeitaria, adoçante de mesa, bala, bombom, cacau em pó, cacau solúvel, chocolate, chocolate branco, goma de mascar, manteiga de cacau, massa de cacau, melaço, melado e rapadura.	RDC 723, de 1º de julho de 2022
RDCs 17/1999; 91/2000; 268/2005; 272/2005 e 85/2016	Trata dos requisitos sanitários para cogumelos comestíveis, dos produtos de frutas e dos produtos vegetais.	RDC 726, de 1º de julho de 2022

Fonte: Diário Oficial da União (2023)

A NOVA ROTULAGEM NUTRICIONAL

A nova legislação sobre rotulagem de alimentos entrou em vigor em 9 de outubro de 2022, trazendo consigo a necessidade de todas as indústrias, dos diferentes ramos de alimentos, realizarem modificações nos rótulos de seus produtos. As principais solicitações são a adequação das tabelas nutricionais e a adoção da rotulagem nutricional frontal para aqueles que atendem aos requisitos. (16)

A reestruturação dos rótulos para além de uma obrigação também se configura como uma oportunidade de alcançar novos mercados, os rótulos são um pré-requisito para distribuição de produtos, sendo requerido por todos os estabelecimentos que atuam na distribuição e comercialização de alimentos processados, no intuito de regularizar os produtos, melhorar a comunicação com o consumidor, na apresentação do produto e na adequação às novas exigências de rotulagem. (17)

As principais mudanças relacionadas à legislação de alimentos são duas alterações essencialmente na tabela de informação nutricional e rotulagem nutricional frontal. Na primeira, a tabela deverá ter fundo branco e letras pretas, com o objetivo de diminuir contrastes e melhorar a legibilidade das informações, na tabela 1 a seguir, pode-se observar um dos modelos disponibilizados no site da ANVISA, que dizem respeito aos anexos IX, XII e XVII da Instrução Normativa de nº 75/2020, os quais podem ser utilizados para designar os requisitos técnicos para declaração de rotulagem nutricional de alimentos embalados. (18)

Estes anexos ainda promulgaram a obrigatoriedade da declaração de açúcares totais e adicionados, de nutrientes e do valor energético por 100g ou 100 ml, a fim de auxiliar a comparação entre produtos, assim como o número de porções por embalagem. A tabela não poderá ser colocada em locais deformados da embalagem, bem como regiões de difícil localização, precisa estar à mostra e em superfície contínua e próxima à lista de ingredientes. Em produtos com embalagens de área de rotulagem inferior a 100 cm^2 há uma exceção, nesse caso, a tabela poderá ser disposta em áreas encobertas, desde que sejam acessíveis. (19)

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 000			
Porção: 000 g (medida caseira)			
	100 g	000 g	%VD*
Valor energético (kcal)			
Carboidratos (g)			
Açúcares totais (g)			
Açúcares adicionados (g)			
Proteínas (g)			
Gorduras totais (g)			
Gorduras saturadas (g)			
Gorduras trans (g)			
Fibras alimentares (g)			
Sódio (mg)			

*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

Figura 1 – Modelo vertical da tabela de informação nutricional exigida pela legislação vigente.
Fonte: ANVISA (2023)

A nova rotulagem frontal é considerada a maior inovação introduzida na legislação brasileira, sendo um símbolo informativo que deve integrar o painel frontal da embalagem. E seu propósito principal é tornar as informações impressas nos rótulos a mais didática e simples possível, e alertar os consumidores quanto ao seu alto conteúdo de nutrientes que possuem relevância para a saúde. Assim, o design da lupa foi projetado para identificar os teores de açúcares adicionados, gorduras saturadas e sódio. (8)

A lupa deve ser colocada no painel frontal da embalagem, na parte superior, para facilitar a visão e ser visualizada ao primeiro olhar do consumidor. A lupa ressalta os nutrientes que se encontram em excesso naquele produto, com a finalidade de alertar, informar, tanto que a mesma tanto que a proporção dela é pequena quando comparado ao rótulo. (20) Sendo obrigatório a veiculação do símbolo da lupa de acordo com a indicação de um ou mais nutrientes, quando os estes forem iguais ou superiores aos limites estabelecidos pelo ANEXO XV da IN nº 75/2020 de acordo com a tabela 2, (16)

Tabela 2 – Limites de açúcar adicionado, gordura saturada e sódio, com o intuito da declaração da Rotulagem frontal.

Nutrientes	Alimentos sólidos e semissólidos	Alimentos líquidos
Açúcar adicionado	15 g ou mais por 100 g de alimento	7,5 g ou mais por 100 ml de alimento
Gordura saturada	6 g ou mais por 100 g de alimento.	3 g ou mais por 100 ml de alimento
Sódio	600 mg ou mais por 100 g de alimento	300 mg ou mais por 100 ml de alimento

Fonte: Anvisa (2022)

Nos anexos da IN de nº 75/2020 também se disponibilizou os modelos para rotulagem frontal, mais precisamente no anexo XVII – FOP, do site da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA), bem como a malha construtiva que auxilia em uma maior padronização dos produtos em relação à estruturação dos rótulos, com variações de composição, como pode-se observar nas figuras 2, 3 e 4, a seguir. (18)

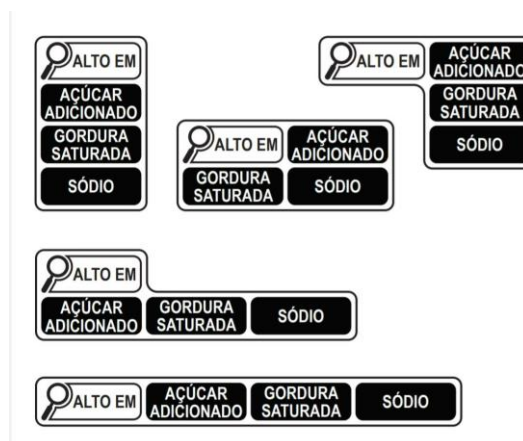


Figura 2 - Modelo com alto teor de três nutrientes

Fonte: ANVISA (2023)

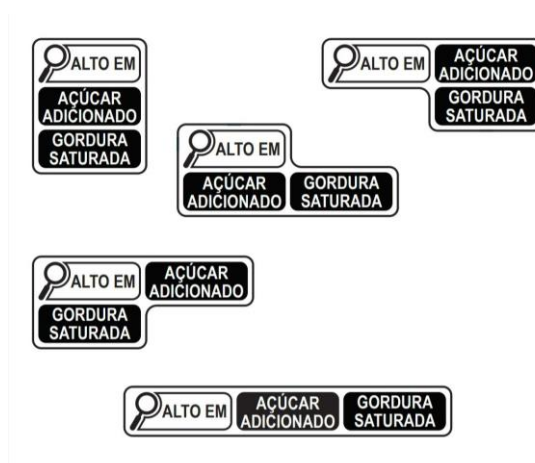


Figura 3 - Modelo com alto teor de dois nutrientes
Fonte: ANVISA (2023)



Figura 4 - Modelo com alto teor de um nutriente
Fonte: ANVISA (2023)

Com todos os rumores que circundam a nova rotulagem, a indústria enfrenta vários desafios, especialmente em termos de custos, planejamentos e prazos. Como resultado, as empresas terão de se adaptar a esta nova legislação. Apesar de ser algo relativamente novo, existem algumas estrangeiras que podem ser observadas e seguidas, tornando essas mudanças menos complexas. (20)

Essas mudanças requerem o conhecimento prévio dessa nova legislação, bem como planejamento da indústria em relação ao investimento ideal, tempo para aprender e entender as leis, e ajustá-las ao cenário da empresa, observando sua viabilidade. A melhor solução para a Rotulagem Nutricional Frontal (FOP) de um produto seria o estudo de intenção de compra daquele produto com e sem a adição da lupa, e a partir disso modificar sua formulação. Outro quesito a se destacar é a relação com os fornecedores de embalagens, pois eles precisam entender de assuntos regulatórios, e os custos que envolvem esse processo. (20)

Finalmente, observa-se que essas duas novas legislações englobam diversos requisitos técnicos, onde antes, estavam publicados em legislações separadas.

Exemplificativamente, condições que constavam nas RDC de nº 359/2003 e na RDC de nº 360/2003, agora estão dispostas em uma única Instrução Normativa a IN nº 75/2020. A nova rotulagem nutricional de alimentos surgiu como inovação, simplificando a elaboração de rótulos e evitando duplicidade de leis e insegurança jurídica.

CONCLUSÃO

Ao observar a história do Brasil frente à Rotulagem de Alimentos, percebe-se que o mesmo possui extensos regulamentos de leis para a rotulagem de alimentos, sempre com a intenção de uniformizar as leis do seu bloco econômico e atender aos critérios do Codex Alimentarius. Considerando que o Brasil foi o primeiro país do Mercosul a adotar a rotulagem obrigatória para alimentos embalados. O modelo de Rotulagem frontal estabelecidos pela ANVISA, torna-se mais abrangente para todos os consumidores.

Sabe-se que apesar do rótulo servir como meio de comunicação entre o produtor e o consumidor, e nele estarem dispostas informações relevantes, para auxiliar em melhores escolhas em relação à saúde, grande parte dos consumidores têm dúvidas e lhes falta entendimento sobre o assunto. De acordo com (12) grande parte dos consumidores não confiam nas informações dispostas no rótulo, por acreditarem que essas informações podem ser omitidas, manipuladas e por não sofrerem a fiscalização adequada. E que o excesso de propagandas, abreviaturas e siglas em termos técnicos dificulta ainda mais essa compreensão. Diante disso, é interessante a disseminação da nova rotulagem para o público em geral, através de plataformas e ou aplicativos, palestras, vídeos interativos em mídias sociais, de forma didática, a fim de facilitar a compreensão do consumidor.

REFERÊNCIAS

1. PHILIPPI ST. Guia Alimentar para o ano 2000. In: De Angelis RC, ed. Fome oculta – bases fisiológicas para reduzir seus riscos através da alimentação saudável. São Paulo: Atheneu; 2000.
2. BRAGA, M. M., et. Al. Avaliação dos Rótulos de Alimentos Diet E Light Comercializados Em Um Empório Da Cidade De São Paulo (SP). Ver. Simbio-Logias. 2011; 11:98-107
3. BRASIL, Diretoria Colegiada da ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 2003. Seção 1.
4. Câmara MCC, Marinho CLC, Guilam MC, Braga AMCB. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil. Rev Panam Salud Publica. 2008;23(1):52–58.

5. MONTEIRO, R. P.; MATTA, V. M. da (Ed.). Queijo Minas artesanal: valorizando a agroindústria familiar. [Internet]. 2018. [acesso em 9 de setembro de 2023] Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199144/1/cap-7-queijo-minas-p-96-a-102.pdf>.
6. BRASIL. Ministério da Justiça. Código de Defesa do Consumidor CDC nº 8.078/90, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 set. 1990. Seção 1.
7. MOTA, K. A.; SILVA, A. M.; TOLEDO, E. L.; ARCANJO, M. C. N.; SOARES, P. D. F.; SILVA, M. S. Avaliação da rotulagem de alimentos industrializados. 2021.13(9); 1-8
8. ANVISA. Rotulagem de alimentos [Internet]. Acesso em: 11 set. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/rotulagem>.
9. BRASIL. Lei nº 7.328, de 17 de fevereiro de 1945. Cria, no Conselho Federal de Comércio Exterior, a Comissão Nacional de Alimentação, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 20 fev 1945; Seção 1:2021945
10. Brasil. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe que estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do País. Diário Oficial da União. 2 dez 2004; Seção 1:3122004
11. MARTINS, Amanda Mattos Dias; BRITES, Isabella; CAPATO, Leandro; SANTOS, Lorraine Soares dos. **Por que a rotulagem nutricional mudará em 2022?** [Internet]. Análise das causas e soluções regulatórias. Acesso em: 14 ago. 2023. Disponível em: <https://portalefood.com.br/artigos/por-que-a-rotulagem-nutricional-mudara-em-2022/>
12. Marins, Bianca R. Jacob, Silvana C.; Peres, Frederico. Avaliação qualitativa do hábito de leitura e entendimento: recepção das informações de produtos alimentícios. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2008; 28(3): 579-585
13. AVANZI, Bárbara Bertoncini. Estudo da rotulagem de alimentos e compreensão do consumidor da cidade de Londrina-PR [dissertação] Londrina: Universidade tecnológica federal do Paraná; 2019.
14. BRASIL, Diretoria Colegiada da ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada de nº 135, de 8 de fevereiro de 2017. Altera a Portaria SVS/MS nº 29, de 13 de janeiro de 1998, que aprova o regulamento técnico referente a alimentos para fins especiais, para dispor sobre os

- alimentos para dietas com restrição de lactose. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 fev. 2017. Seção: 1.
15. FUNDACENTRO. Revisão e Consolidação dos Atos Normativos (Decreto nº 10.139/2019) [Internet]. Acesso em: 17 set. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/acao-a-informacao/revisao-e-consolidacao-dos-atos-normativos#:~:text=Decreto%20n%C2%BA%2010.139%2C%20de%2028%20de%20novembro%20de,de%202020%20e%20Decreto%20n%C2%BA%2010.437%2C%20de%202020%29..>
 16. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - **Rotulagem nutricional: definido prazo para uso de embalagens antigas** [Internet]. Acesso em: 15 set. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2023/rotulagem-nutricional-definido-prazo-para-uso-de-embalagens-antigas>
 17. SAÚDE, Biblioteca Virtual em Saúde Ministério da. Rótulos de alimentos: orientações ao consumidor [Internet]. Acesso em: 16 set. 2023. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/rotulos-de-alimentos-orientacoes-ao-consumidor/>.
 18. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - **Principais mudanças e modelos** [Internet]. Acesso em: 10 ago. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/rotulagem/principais-mudancas-e-modelos#:~:text=Os%20modelos%20de%20tabela%20nutricional%2C%20constantes%20dos%20Anexos,constru%C3%A7%C3%A3o%20da%20rotulagem%20frontal%20foi%20disponibilizada%20em%20pdf>
 19. NAKELE, Aline. A Nova Rotulagem Nutricional e seus desafios para a indústria [Internet]. Publicado no Portal E-food. Acesso em: 10 ago. 2023. Disponível em: <https://portalefood.com.br/artigos/a-nova-rotulagem-nutricional-e-seus-desafios-para-a-industria/#:~:text=A%20Nova%20Rotulagem%20Nutricional%20e%20seus%20desafios%20para,Custos%206%206%29%20Educa%C3%A7%C3%A3o%207%207%29%20Para%20inspirar,>
 20. ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - **Rotulagem nutricional : novas regras entram em vigor em 120 dias** [Internet]. Acesso em: 08 Ago. 2023 Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2022/rotulagem-nutricional-novas-regras-entram-em-vigor-em-120-dias>

A IMPORTÂNCIA DOS MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO APLICADOS A OVOS

Jonathan Alison da Silva¹; Jonathan Mandú de Araújo²; Rafaela Vasconcellos
Vinhas³

¹Mestrando em Medicina Veterinária – UFRPE,

E-mail: Jonathanalison3@gmail.com,

²Mestrando em Bioquímica e Fisiologia – CCS – UFPE.

³Pós Graduanda em Vigilância, Qualidade e Auditoria de Alimentos - ALPHA

Resumo: A aplicação de métodos de conservação nos alimentos são de fundamental importância para a garantia do tempo de prateleira dos alimentos, preservação das características organolépticas e nutricionais, como principalmente a eliminação e desenvolvimento de microrganismos patogênicos, assim como diminuição do crescimento dos deteriorantes. O uso desses métodos são preconizados e exigidos na cadeia produtiva de ovos e derivados no Brasil, sendo pré requisito para comercialização, exportação e beneficiamento de ovos, afim de garantia da segurança dos alimentos e atendimento aos princípios de qualidade. Cada dia mais as indústrias vem buscando novas alternativas que auxiliem a conservação, e maior estabilidade microbiológica dos seus produtos, com isso reforça-se a necessidade de coadjuvantes de conservação, em principal os que não ofereçam riscos a saúde dos consumidores, como os novas tecnologias empregadas a produtos de origem animal, assim como conservantes naturais, a base de extratos vegetais. Assim, este trabalho buscou compreender, através de uma revisão narrativa, a importância dos métodos de conservação aplicados na cadeia produtiva de ovos. De tal modo observou-se as particularidades de cada método, seus parâmetros e limites críticos, para atendimento da legislação e padrão de identidade e qualidade, com intuito não somente mitigar a ocorrência de produtos deteriorados e contaminados, mas também eliminar determinados riscos a saúde dos consumidores e aumentar o *shelf life* dos produtos.

Palavras-chave: ovos pasteurizados; métodos de conservação; *shelf life*; cadeia do frio.

INTRODUÇÃO

O ovo é considerado um alimento extremamente rico em nutrientes, sendo considerado o segundo alimento mais completo nutricionalmente, sendo o primeiro, o leite materno, portanto nesse quesito, considerado na cadeia produtiva de alimentos o principal (1). Se tornou um dos alimentos mais difundidos por todo o mundo, constituindo uma excelente e rica fonte de proteína de elevada qualidade, como também de gorduras, vitaminas e minerais (2,3).

Apesar da rica variedade de nutrientes desse alimento, o ovo tem sido visto erroneamente de várias maneiras como um perigo a saúde, os mitos vão desde: a consideração de um produto com hormônios, microrganismos patogênicos, coloração da

gema, associação da coloração da gema a ovos férteis, e questões que envolvem lavagem de ovos e sua conservação doméstica, sendo alguns dos motivos de restrição do seu consumo(4).

Uma fração da população passou a acreditar em “fake news” ou devido a crenças antigas. Infelizmente até alguns profissionais da saúde e empresas do segmento têm reforçado alguns mitos. Porém existem um processo de educação e reconstrução dessas informações por médicos veterinários e zootecnistas, tentando desconstruir essa postura, mas ainda é necessário apoio dos meios de comunicação e por outras profissões, colaboração e difusão das verdadeiras informações a respeito desse alimento (4).

A precariedade na oferta de alimentos é um problema que se agrava com o crescimento populacional, tal desequilíbrio pode ser minimizado por meio da redução de perdas de alimentos, que ocorrem nas diferentes etapas da cadeia de alimentos (5). Para driblar o apodrecimento, ocasionados pelos microrganismos deteriorantes, assim como eliminação de outros patogênicos, retardando-os, alguns métodos de conservação são utilizados, a exemplo do aquecimento, resfriamento e adição de aditivos conservantes (6).

Dentro da cadeia produtiva de ovos temos a *Salmonella spp.* como o principal agente causador de doenças de origem alimentar em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Carne de frango, ovos e derivados estão entre os principais transmissores do patógeno para humanos (7,8).

Na produção de ovos, esse patógeno representa um elevado risco, tanto pela possibilidade de transmissão vertical de alguns sorotipos para novas gerações de aves quanto pela contaminação de ovos e derivados para consumo. A epidemiologia do gênero *Salmonella spp.* é complexa, o que torna moroso seu controle na produção avícola industrial; tendo como consequência, a necessidade de programas de eliminação na indústria de alimentos, em termos de segurança de alimentos (9).

No Brasil, a **Portaria SDA N° 612 de 06/07/2022**, define as especificações sobre os métodos de conservação e processo através do resfriamento, congelamento, liofilização, conserva e semi-conserva e pasteurização de ovos. Visando a produção segura na cadeia produtiva de ovos. Tal legislação aprova os requisitos de instalações, equipamentos e os procedimentos de funcionamento de granjas avícolas e de unidades de beneficiamento de ovos e derivados a serem registradas no Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, especificando o binômio tempo e temperatura, aplicado a cada tipo de categoria de produto destinado a industrialização, a fim de manter a segurança e preservação dos nutrientes pós processo tecnológico, sendo validado através do regulamento técnico de qualidade e identidade- RTIQ (10,11).

No RTIQ, homologado pela Portaria SDA N° 728, de 26/12/2022, que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de ovo integral pasteurizado e de ovo desidratado, contém os parâmetros das características físicas e microbiológicas desses produtos, a fim de garantir um padrão de qualidade desde a matéria-prima até o produto acabado (11).

Devemos levar em consideração o fato de que tais parâmetros se devem também as características da matéria-prima, visto que o ciclo de formação do ovo, leva

aproximadamente um dia e cada ovo precisa de vários dias de desenvolvimento no organismo da ave, sendo que alguns componentes existem meses antes do ovo *in natura* ser posto. Devido a este fator extenso de sua produção, muitas semanas podem ser necessárias para obtenção de nutrientes dentro do padrão ideal, como também inocuidade do produto, após tratamento com fármacos utilizados para controle sanitário (12).

Assim, as indústrias buscam mais a cada dia, alternativas que auxiliem nutricionalmente as aves, como também tratá-las sem utilizar compostos sintéticos, visto que tais ações que destoam disto, podem impactar na inocuidade do produto e exigências sanitárias, mas se seguido corretamente podem alcançar maior produtividade a baixo custo e qualidade para o consumidor final, sem causar resistência bacteriana ou resíduos de antibióticos em produtos de origem animal (13).

Uma vez que existe vigente no Brasil o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes – PNCRC, uma ferramenta de gerenciamento de risco adotada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento/ MAPA com o objetivo de promover segurança química dos alimentos de origem animal produzidos no Brasil. Sendo a principal base legal do programa é a Instrução Normativa SDA N.º 42, de 20 de dezembro de 1999 (14).

Nesse intuito, o uso de produtos naturais vem sendo considerado como uma alternativa valiosa aos aditivos alimentares, visto que trazem uma nova abordagem ecológica na proteção de alimentos, por se incluírem na categoria geralmente reconhecida como segura e isenta de toxicidade pela *Food and Drug Administration* (FDA) (15).

Com isso, considerando as diversas aplicações dos métodos de conservação de alimentos nas indústrias ovos e derivados, este trabalho busca compreender a importância de tais métodos descritos na legislação sanitária vigente, como os demais biotecnológicos como aditivos alimentares naturais, a fim de aumentar a qualidade dos ovos e, consequentemente, a vida de prateleira e inocuidade dos ovos.

METODOLOGIA

Para o levantamento dos artigos, teses e legislações realizou-se uma revisão narrativa da literatura por meio de uma busca nas bases de dados do Google Acadêmico, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), Biblioteca de alimentos da ANVISA (Agência nacional de vigilância sanitária), sites institucionais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA, Procedimentos internos padronizados - POP's da INPROVOS – Indústria processadora de ovos de Pernambuco, Foram utilizados os seguintes descritores e suas combinações em língua inglesa: egg quality. Food, preservation methods. Foram considerados elegíveis para inclusão na revisão estudos originais visando métodos de conservação de produtos de origem animal, publicados em inglês ou português, nos últimos 13 anos, e que relacionassem os métodos de conservação empregados na conservação de ovos.

Os artigos identificados foram avaliados de forma independente por dois pesquisadores. As discordâncias quanto à inclusão/exclusão foram resolvidas por um terceiro pesquisador. A primeira fase da seleção foi caracterizada pela análise dos títulos e, posteriormente, foi realizado a análise dos resumos. Por último, foi feita a leitura integral dos estudos para verificar os critérios de elegibilidade no que se refere a pertinência e ao atendimento ao tema.

PASTEURIZAÇÃO DE OVOS

De acordo com a Portaria **612 de 06/07/2022**, (MAPA), o ovo integral é o ovo desprovido de casca, que conserva as mesmas proporções de clara e gema de um ovo em natureza, homogeneizado e submetido ao processo de pasteurização, tratamento térmico por calor cujo binômio tempo e temperatura seja capaz de reduzir a carga de microrganismos patogênicos a um nível aceitável de segurança, seguido de refrigeração imediata, sem alteração sensível da constituição física do ovo ou partes do ovo (10).

As legislações vigentes do MAPA referem-se à pasteurização do ovo como uma alternativa para o beneficiamento de ovos que se apresentem trincados limpos, sem rompimento da membrana interna, assim como os ovos férteis (provenientes de estabelecimentos avícolas de reprodução que não foram submetidos ao processo de incubação) (10,16).

Cabe também destacar alguns critérios de exclusão: Ovos trincados sujos, ovos com manchas de sangue, ovos com disco embrionário desenvolvido, ovos trincados com mais de 3 (três) dias de armazenagem, ovos trincados com membrana testácea rompida (ovos vazados), ovos com sujidades na casca (sangue, fezes, parasitas, insetos, ácaros, fungos e outros), ovos com alterações da gema e da clara (gema aderente à casca, gema arrebatada, com manchas escuras, presença de sangue alcançando também a clara, presença de embrião com mancha orbitária ou em adiantado estado de desenvolvimento), ovos mumificados (ovo seco), ovos podres (vermelho, negra ou branca); e ovos com presença de fungos ou parasitas, externa ou internamente, tornando impróprio no processo de classificação das categorias A e B (10,16).

O binômio tempo e temperatura capaz de reduzir a carga de microrganismos patogênicos a um nível aceitável de segurança, deve seguir as determinações contidas na Portaria 612 de 06/07/2022, (Redação do anexo dada pela Portaria SDA N° 634 DE 04/08/2022), Conforme consta na Figura 1. Para cada tipo de produto, em diferentes tempos e temperaturas, podendo ser associado no processo, os aditivos intencionais, conforme regulamento de qualidade (10,11).

A pasteurização deve ser realizada o mais rapidamente possível após as etapas de quebra, homogeneização e filtragem para que diminua os riscos de deterioração e contaminação do produto. Recomenda-se um período máximo de 72 horas após a quebra dos ovos para realização do tratamento térmico em questão, Tabela 1. porém, durante este período, os ovos devem estar temperatura máxima de refrigeração de (5°C), e ressalta-se que essa temperatura deve ser atingida em até 2 horas após a quebra (10).

Tabela 1. Requisitos de tempo e temperatura para pasteurização do ovo.

PRODUTOS LÍQUIDOS	REQUISITOS MÍNIMOS DE TEMPERATURA (°C)	REQUISITOS MÍNIMOS DE TEMPO (MINUTOS)
Clara	56,7	3,5
	55,5	6
Ovo líquido	60	3,5
Formulações com ovo líquido com menos de 2% de ingrediente que não sejam ovos	61	3,5
Ovo líquido fortificado e formulações contendo de 24 a 38% de sólidos de ovo e 2 a 12 % de ingrediente que não sejam ovos.	62	3,5
	61	6,2
Ovo líquido adicionado de 2% ou mais de sal	63,5	3,5
Ovo líquido adicionado de 2 a 12% de açúcar	61	3,5
Gema	61	3,5
	60	6,2
Gema adicionada de 2 a 12% de açúcar	63,5	3,5
	62	6,2
Gema adicionada de 2 a 12% de sal	63,5	3,5
	62	6,2

Fonte: Anexo II pela Portaria SDA N° 634 DE 04/08/2022

Segundo o RTIQ é permitida a utilização de peróxido de hidrogênio, no limite máximo de 0,1% no ovo integral líquido, como coadjuvante de tecnologia de fabricação,

com a função de auxiliar a pasteurização tendo função bactericida (11). Após o tratamento térmico, o produto deverá ser armazenado a uma temperatura de refrigeração, não superior a (5°C) ou congelamento, não superior a (-12°C), visando a diminuição da multiplicação de microrganismos pela redução da temperatura (10,17).

Sabe-se que o processo de pasteurização é capaz de eliminar e/ou diminuir a níveis significativos a presença de microrganismo como coliformes totais e termotolerantes, *Staphylococcus spp* e *Salmonella spp*. Tornando-se um processo fundamental na conservação e segurança do produto (17).

CADEIRA DO FRIO (RESFRIAMENTO E CONGELAMENTO)

A cadeia do frio consiste no processo completo de armazenamento, transporte, manipulação e distribuição dos produtos mantendo as baixas temperaturas necessárias para garantir o tempo de validade e manter as características sensoriais e nutricionais do produto, e para que todas as etapas sejam seguidas nas temperaturas recomendadas um programa de manutenção eficiente com monitoramento das temperaturas e revisões periódicas dos equipamentos de frios são essenciais para uma excelência operacional. Caso ocorra algum desvio nesta cadeia pode-se comprometer a segurança do alimento, visto que existe uma ligação direta entre as reações químicas e padrões microbiológicos influenciados pela temperatura do alimento (18).

Um dos métodos de conservação comumente utilizados é pelo frio, tendo como vantagens a manutenção de boa parte nutricional do alimento e suas características sensoriais. Porém a desvantagem é a de não eliminar por completo os microrganismos e consequentemente as toxinas produzidas por estes, somente inibem sua multiplicação e caso voltem a uma temperatura ideal de crescimento retomam a atividade (19).

São aplicados na cadeia produtiva dos ovos, o resfriamento e congelamento, necessários para mitigar a multiplicação desses microrganismo envolvidos nos processos, sendo no resfriamento os dispositivos utilizados devem ter capacidade suficiente para resfriar o total de ovo líquido, ovo integral pasteurizado, suas partes e misturas em temperaturas não superiores a 5°C (cinco graus Celsius, e no congelamento são proibidos uso de equipamentos de frio (tipo freezer e congeladores domésticos) que promovam o congelamento lento do produto líquido resultante da quebra dos ovos, sendo o ovo congelado deverá ser mantido sob temperatura não superior a -12°C (doze graus Celsius negativos), no centro geométrico do produto, já em caso de descongelamento do produto líquido deve ser realizado em câmara frigorífica sob temperatura de 2 a 5°C (dois a três graus Celsius), resultando em produto final com até 7°C (sete graus Celsius) (10).

USO DE CONSERVANTES NOS OVOS

As legislações vigentes permitem os seguintes aditivos intencionais nos ovos, Tabela 2., onde possuem diversos tipos de função, seja auxiliando na pasteurização, com efeito bactericida, na fermentação, preservação de cor e ação antiemectante (11).

Tabela 2. Aditivos intencionais e coadjuvantes de tecnologia de fabricação para o ovo integral líquido e o ovo desidratado.

Coadjuvante de tecnologia de fabricação

a. Ovo integral líquido

Coadjuvante	Função	Limite máximo (%)
Peróxido de hidrogênio	Auxiliar de pasteurização	0,1

b. Ovo integral desidratado

Coadjuvante	Função	Limite máximo (%)
Bactérias Enzimas: catalase, glucose oxidase	Fermentação - catalisador	q.s.p.
Leveduras <i>S. cerevisiae</i>	Fermentação	q.s.p.
Peróxido de hidrogênio	Auxiliar de pasteurização	0,1

Aditivos intencionais

a. Ovo integral líquido

Aditivo	Função	Limite máximo (%)
Ácido cítrico	Preservador de cor	0,5
Fosfato monossódico	Preservador de cor	0,5

b. Ovo integral desidratado

Aditivo	Função	Limite máximo (%)
Dióxido de silício	Antiumectante	1

Fonte: Anexo III da Portaria SDA nº 728, de 26/12/2022.

Os aditivos alimentares se tornaram primordiais na alimentação moderna, principalmente por sua capacidade de garantir a qualidade dos produtos, sendo muitos destes produtos químicos (20). Alguns aditivos químicos sintéticos auxiliam no odor e textura padrão, porém estes oferecem riscos tóxicos a saúde da população (21), e até em baixas concentrações, sabe-se que não existem substâncias químicas sem toxicidade (22).

Com o avanço tecnológico relacionado a segurança alimentar, necessita-se de conservantes naturais capazes de manter suas características por longos períodos, atendendo ao mercado consumidor, estudos revelam a boa adaptação e preservação das propriedades antimicrobianas de extratos vegetais em sistemas tecnológicos avançados comumente utilizado na indústria de alimentos para conservação por longos períodos (23).

O orégano é um vegetal cuja constituição é interessante para a conservação de alimentos, com comprovada melhora nas propriedades sensoriais e físico-química, estudos compararam o processo de desinfecção de ovos utilizando o óleo essencial de orégano como sanitizante e observaram uma redução significativa do número de microrganismos, tais

autores ressaltaram que, estes os resultados implicam que o óleo essencial de orégano tem um possui potencial para desinfestação de ovos, podendo ser utilizado como sanitizante de ovos comerciais (24).

Os extratos vegetais podem produzir compostos, os metabólitos secundários, sendo indispensáveis para a existência e sobrevivência de uma espécie em seu ambiente, onde ela interage com o ambiente e seus microrganismos, tais substâncias apresentam efeitos biológicos e farmacológicos nos seres vivos, e que refletem em seus respectivos produtos (25).

CONCLUSÕES

Percebe-se a necessidade de métodos de conservação aplicados na cadeia produtiva do ovo, e quantidade de causas que podem tornar esse alimento impróprio para o consumo, sejam elas por falhas de processos operacionais, infecções primárias e contaminações de diversas etiologias, que levam a prejuízos graves aos envolvidos na cadeia produtiva dos ovos.

Assim como conhecer as exigências sanitárias aplicadas a cada método de conservação já homologado, com intuito de manter os padrões sensoriais, nutricionais e microbiológicos do produto ofertado a população.

Desenvolver aditivos efetivos e seguros, como os conservantes naturais, que podem ser utilizados como antimicrobianos e antioxidantes, e que com o crescimento populacional em constante avanço, são necessários aplicar e aprimorar os procedimentos tecnológicos associados a tais métodos de conservação já utilizados na indústria de alimentos, que visem não somente mitigar o índice de produtos deteriorados e contaminados, como também eliminar determinados riscos a saúde dos consumidores e aumentar a vida útil de prateleira dos produtos.

REFERÊNCIAS

1. Moula N, Ait-Kaki A, Leroy P, Antoine-Moussiaux N. Quality assessment of marketed eggs in Bassekabylie (Algeria). *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 2013;15:395-400.
2. Stefanello C. Análise do sistema agroindustrial de ovos comerciais. *Revista Agrarian.* 2011;4:375-82.
3. Mueller F.P, Machado P.R, Pinheiro T.L.F,. Conservação de ovos de galinha: avaliação da qualidade sob diferentes condições de estocagem. *Nutrição Brasil* 2017;16(3):144-53.
4. Mercês N.B. Mito sobre o ovo de galinha e a percepção do consumidor brasileiro. UFB. Salvador, 2019.
5. Zaro, M. Desperdício de alimentos : velhos hábitos, novos desafios. Caxias do Sul, RS:Educs, 2018.
6. Vasconcelos. M. A. S.; Filho, A. B. M. Conservação de alimento. Recife, PE. EDURPE, 2010.
7. Braden C,R. Salmonella enterica serotype enteritidis and eggs: a national epidemic in the United States. *Clin Infect Dis.* 2006;43(4):512-17.

8. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS. Análise epidemiológica dos surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil – 1999-2009.
9. Barancelli et al. Salmonella em ovos. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, 19(2): 73-82, 2012.
10. Brasil. **Portaria SDA Nº 612 de 06/07/2022.** *Aprova os requisitos de instalações, equipamentos e os procedimentos para o funcionamento de granjas avícolas e de unidades de beneficiamento de ovos e derivados a registradas no Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Publicado no DOU em 11 jul 2022.*
11. Brasil. **Portaria SDA Nº 728, de 26/12/2022, que Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de ovo integral pasteurizado e de ovo desidratado. Publicado em:30/12/2022,Edição:246,Seção: 1,Página:24.**
12. Goetting, V.; Lee, K.A.; Tell, L.A. Pharmacokinetics of veterinary drugs in laying hens and residues in eggs: a review of the literature. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, Oxford, v. 34, n. 6, p. 521-556, Dec. 2011. DOI: 10.1111/j.1365- 2885.2011.01287.
13. Madhupriya V, Shamsudeen P, Manohar G.R, Senthilkumar S, Soundarapandiyan V, Moorthy M. Phyto feed additives in poultry nutrition: A review. *Int. J. Sci. Environ. Technol.* 2018;7(3):815–822.
14. Brasil. **Instrução Normativa - IN Nº 160, DE 1º DE JULHO DE 2022 (Publicada no DOU nº 126, de 6 de julho de 2022) Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos.**
15. Maurya A, Prasad J, Das S, Dwivedy AK. Essential Oils and Their Application in Food Safety. *Frontiers in Sustainable Food Systems.* 2021 May 20;5.
16. Brasil, Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). 2020. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/arquivos-publicacoes-dipoa/decreto-revisao-riispoa-decreto-10-468-2020.pdf/view>>. Acesso em: 22/10/23.
17. Silva, G.R. Atividade de alfa-amilase como indicadora da eficiência de pasteurização de ovos e sua qualidade microbiológica. Dissertação. UFMG. 2015.
18. Pereira. V.G; Doria. E.C.B; Júnior. B.C.C; Filho. L.C.N; Júnior. V.S. Avaliação de temperaturas em câmaras frigoríficas de transporte urbano de alimentos refrigerados e congelados. *Ciência e tecnologia de alimentos.* Campinas, 30(1): 158-165, 2010.
19. Pereira. V.G; Doria. E.C.B; Júnior. B.C.C; Filho. L.C.N; Júnior. V.S. Avaliação de temperaturas em câmaras frigoríficas de transporte urbano de alimentos refrigerados e congelados. *Ciência e tecnologia de alimentos.* Campinas, 30(1): 158-165, 2010.
20. Honorato. T.C, Batista. E.; Nascimento. K.O; Pires. T. Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia. *Revista Verde (Mossoró – RN - BRASIL)*, v. 8, n. 5, p. 01 – 11,(Edição Especial) dezembro, 2013.
21. Iamarino. L.Z; Oliveira. M.C; Antunes. M.M; Oliveira. M; Rodrigues. R.O; Zanin. C.I.C.B; Schimile. M.; Lima. A.A. Nitritos e nitratos em produtos cárneos enlatados e/ou embutidos. *gestão em foco*, edição n.7. 2015.
22. Fundação Oswaldo Cruz. FIOCRUZ. Biblioteca Virtual. Disponível em: <https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/virtual%20tour/hipertextos/up1/toxidade.html>. Acesso em: 22/10/23.



23. Hernandez, C. et al., Preservation of Mimosa tenuiflora Antiaflatoxic Activity Using Microencapsulation by Spray-Drying. *Molecules*. 2022, 27, 496.
24. COPUR, G.; ARSLAN, M.; DURU, M.; BAYLAN, M.; CANOGULLARI, S.; AKSAN, E. Use of oregano (*Origanum onites* L.) essential oil as hatching egg disinfectant. *African Journal of Biotechnology*, v. 8, n. 17, p. 2531- 2538, 2010.
25. Kreis Wolfgang, Munkert Jennifer, Pádua Rodrigo Maia. Biossíntese de metabólitos primários e secundários. In: *Farmacognosia: do produto natural ao medicamento*. Org. Oliveira M, Eloir Paulo Schenkel, Palazzo C. Porto Alegre, Rs Artmed; 2017.

HIGIENE, LEGISLAÇÃO E SEGURANÇA DOS ALIMENTOS - MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS E ANÁLISE SENSORIAL



AVALIAÇÃO QUALITATIVA DO POTENCIAL DE FUNGOS FILAMENTOSOS NA PRODUÇÃO DE ENZIMAS PROTEOLÍTICAS

Araújo, A, V, S.¹; Bezerra, A, M.²; Correia, E, L, A.³; Lima, M, S.⁴; Sales Filho, R, L. M.⁵

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE, augustoviniccius720@gmail.com

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE, adamirelybezerra@gmail.com

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE, evelynluanacorreia11@gmail.com

⁴Docente do curso de engenharia de alimentos – UFAPE, marilene.lima@ufape.edu.br

⁵Docente do curso de engenharia de alimentos – UFAPE, romero.filho@ufape.edu.br

Resumo: A fermentação submersa é um método amplamente utilizado na produção de substâncias devido ao seu controle eficaz de variáveis como temperatura, pH, maior controle de aeração e crescimento microbiano. O estudo buscou avaliar o potencial de fungos filamentosos isolados de alimentos na produção de proteases. Os fungos isolados foram identificados morfológicamente, seguidos pela preparação de suspensões (com concentração de 10^6 UFC/mL) para fermentação submersa em erlenmeyers contendo um meio líquido. Após 10 dias de fermentação estática a 26°C , o extrato bruto foi filtrado e armazenado a -20°C . A atividade enzimática foi avaliada qualitativamente através da técnica de difusão em ágar, observando a formação de halos de degradação. Em relação à atividade enzimática, o fungo *Aspergillus* sp. 3 se destacou, exibindo uma notável atividade proteolítica, sugerindo seu potencial na produção de proteases. Além disso, todos os fungos isolados de alimentos deteriorados demonstraram atividade proteolítica em um meio de cultura contendo peptona. A biotecnologia desempenha um papel fundamental na busca por soluções em diversas áreas, explorando metabólitos produzidos por fungos. A produção de enzimas é um setor em expansão na biotecnologia, com destaque para as proteases, amilases, lipases e celulases.

Palavras chave: Fermentação submersa; Peptona; Proteases.

Abstract: Submerged fermentation is a widely used method in the production of substances due to its effective control of variables such as temperature, pH, greater control of aeration and microbial growth. The study sought to evaluate the potential of filamentous fungi isolated from food in the production of proteases. The isolated fungi were morphologically identified, followed by the preparation of suspensions (with a concentration of 10^6 CFU/mL) for submerged fermentation in Erlenmeyer flasks containing a liquid medium. After 10 days of static fermentation at 26°C , the crude extract was filtered and stored at -20°C . Enzymatic activity was qualitatively evaluated using the agar diffusion technique, observing the formation of degradation halos. Regarding enzymatic activity, the fungus *Aspergillus* sp. 3 stood out, exhibiting remarkable proteolytic activity, suggesting its potential in the production of proteases. Furthermore, all fungi isolated from spoiled foods

demonstrated proteolytic activity in a culture medium containing peptone. Biotechnology plays a fundamental role in the search for solutions in several areas, exploring metabolites produced by fungi. The production of enzymes is an expanding sector in biotechnology, with emphasis on proteases, amylases, lipases and cellulases.

Key- words: Submerged Fermentation; Peptona; Proteases.

INTRODUÇÃO

A biotecnologia visa atender inúmeros problemas que afetam a humanidade e para isto muitas moléculas devem ser exploradas como ferramentas para construir soluções alternativas. Metabólitos como os produzidos por fungos apresentam geralmente duplicidade de ação, o que permite explorar seu potencial uso em aplicações industriais em diferentes áreas, como farmacologia, agroindústria, bioprocessos, tecnologia ambiental e bioconservação [1].

Segundo [2], a produção de enzimas é uma área da Biotecnologia em expansão, que movimentava bilhões de dólares anualmente. Novas enzimas e usos estão sendo descobertas a partir do trabalho conjunto de equipes multidisciplinares.

O mercado mundial de enzimas industriais é estimado hoje em US\$2,3 bilhões anuais e tem três segmentos: enzimas técnicas (destinadas a indústrias de tecidos e de produtos de limpeza), enzimas para alimentos e bebidas e enzimas para ração animal. As principais enzimas de aplicação industrial são proteases, amilases, lipases, celulasas, xilanases e fitases, e as maiores empresas produtoras são européias: Gist-Brocades (Holanda), Genencor International (Finlândia) e Novo Nordisk (Dinamarca). A última detém, sozinha, cerca de metade do mercado mundial de enzimas industriais. No Brasil, em 2005, as importações de enzimas chegaram a US\$31 milhões e as exportações a US\$3 milhões. As mais importadas foram amilases (US\$4 milhões), seguidas de proteases (US\$2,5 milhões) [3].

No Brasil, o mercado de enzimas, embora ainda pouco representativo (cerca de 2% do total mundial), revela grande potencial, devido à enorme geração de resíduos agroindustriais e ao dinamismo das indústrias de alimentos, medicamentos, tecidos e celulose/papel [2].

A fermentação submersa é um dos métodos de produção de substâncias e compostos de interesse mais utilizados na biotecnologia. Este método de fermentação é o mais desenvolvido e é utilizado por oferecer várias vantagens, como melhor controle do processo, pH, temperatura, aeração e crescimento microbiano, entre outras. O uso do fungo *Aspergillus* apresenta algumas vantagens como facilidade de manipulação, sua habilidade de fermentar uma grande variedade de matérias-primas de baixo custo e produzir rendimentos elevados de bioprodutos. O *A. niger* pode produzir 19 tipos de enzimas tais como celulases, xilanases, poligalacturonases, α -galactosidases, α -amilases, amiloglicosidases, β -glicosidases e proteases ácidas. A enzima que será produzida depende do tipo de substrato da fermentação [4].

Segundo [5], as proteases, também chamadas de peptidases ou proteinases que tem como principal função de catálise em reações de clivagem de proteínas, atuando nas suas ligações peptídicas e agindo por hidrólise. Essas enzimas no organismo estão envolvidas em muitos processos como a digestão dos alimentos, coagulação sanguínea e transporte de proteínas através da membrana.

As proteases microbianas têm sua aplicação predominante nas indústrias de alimentos, têxtil, farmacêutica e de detergentes. Alguns microrganismos produzem uma quantidade baixa de enzimas dificultando sua aplicação industrial, porém, na maioria dos casos, adotando-se métodos simples como a utilização de um meio de cultura específico e otimizado, é possível aumentar significativamente o rendimento enzimático. A produção industrial de enzimas é frequentemente limitada devido aos custos dos substratos utilizados para o cultivo dos microrganismos. Estima-se que por volta de 30-40% do custo envolvido na produção de proteases seja devido ao meio de cultura utilizado para o crescimento dos microrganismos, portanto, sua otimização é de grande importância para a redução dos custos produtivos [6].

Por apresentarem ampla utilidade comercial e industrial, a otimização de sua produção é muito importante, já que elas alcançam elevados valores no mercado internacional. Entretanto, o Brasil não se encontra em posição favorável no mercado mundial de enzimas, participando com menos de 2% do total e importando cerca de 95% do total do

total de enzimas utilizadas nas indústrias brasileiras. Refletindo o pequeno desenvolvimento nacional no mercado enzimático [7].

O objetivo deste trabalho foi verificar o potencial de fungos filamentosos na produção de proteases.

1. METODOLOGIA

Esse experimento foi realizado no laboratório de biologia animal (LEBA) da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE, como parte da disciplina de Microbiologia de alimentos.

2.1 ISOLAMENTO DOS FUNGOS

Foram coletados fungos isolados de alimentos como pão (AP3), batata doce (AB1, AB2, PB1), casca de laranja (PL2), queijo cabaça (PQ3) e sorvete (AS4). Após a coleta, procedeu-se ao isolamento dos fungos em meio BDA para realização do experimento..

2.2 IDENTIFICAÇÃO MORFOLÓGICA

Após o isolamento, o crescimento das colônias foi acompanhado por 96 h em temperatura ambiente (28 ± 2 °C). Para a purificação, fragmentos de cada colônia foram transferidos para placas de Petri contendo o meio batata dextrose ágar (BDA) adicionado de cloranfenicol (100 mg.L^{-1}) e, depois de confirmada a pureza, transferido para tubo de ensaio contendo o meio BDA [8], identificação dos espécimes foi realizada pela observação das características macroscópicas (coloração, aspecto e diâmetro das colônias) e microscópicas (microestruturas), com base nas descrições de literatura especializada [9].

2.4 PERFIL DE CRESCIMENTO DOS FUNGOS

Para verificar o crescimento dos fungos, foi elaborado um meio sólido, contendo as seguintes composição (g/L): glicose (2 g/L), extrato de peptona de carne (2 g/L), ágar (8 g/L), cloreto de sódio (150 MM). Os fungos foram inoculados, individualmente, em placas de petri e armazenados à temperatura ambiente (26°C) com UR 85%. A medição das colônias ocorreu quando o primeiro fungo do grupo avaliado atingiu pelo menos 5 mm de diâmetro. O crescimento foi acompanhado através da medição da colônia até que a mesma

atingisse toda a placa de petri (90X15mm). Foi utilizada régua milimetrada para fazer a medição.

2.3 PREPARO DO INÓCULO

Para produção dos inóculos, os fungos foram transferidos individualmente para erlenmeyers (250 ml) contendo meio de cultura BDA e novamente incubados a temperatura de 26°C por 8 dias para produção de esporos. Após esse período foi produzida a suspensão com solução salina (0,85%) e Tween 80. O material foi submetido a contagem em câmara de Neubauer até atingir a concentração de esporos de 10⁶ UFC/mL.

2.5 FERMENTAÇÃO SUBMERSA

Foi elaborado um meio líquido com a seguinte composição: glicose 1%, extrato de levedura (5 g/L), peptona de carne. O pH foi ajustado para 6,0. O inóculo de cada fungo foi adicionado individualmente em cada erlenmeyer. Em seguida, submetido a fermentação estática, armazenados à temperatura ambiente (26°C), UR, 85% por 5 dias. Após esse período o material foi filtrado em papel de filtro e armazenado a -20°C, para posterior análises.

2.6 ÍNDICE ENZIMÁTICO

A verificação da atividade enzimática foi realizada através da avaliação qualitativa, por difusão em ágar. Cada extrato elaborado foi testado, separadamente, quanto à capacidade de produção de halos de degradação. Para tanto, um meio sólido foi elaborado com a seguinte composição: glicose 1%, extrato de levedura (5 g/L), peptona de carne, amido e ágar. As placas contendo o ágar, foram perfuradas com poços (8 mm). Foi adicionado um volume de 100 uL em cada cavidade, depois as placas foram armazenadas por 62 horas à temperatura de (35°C). Em seguida foi realizada a revelação dos halos com a solução de ácido tricloroacético 10%. Em seguida os halos foram medidos com régua milimetrada e expressos em mm.

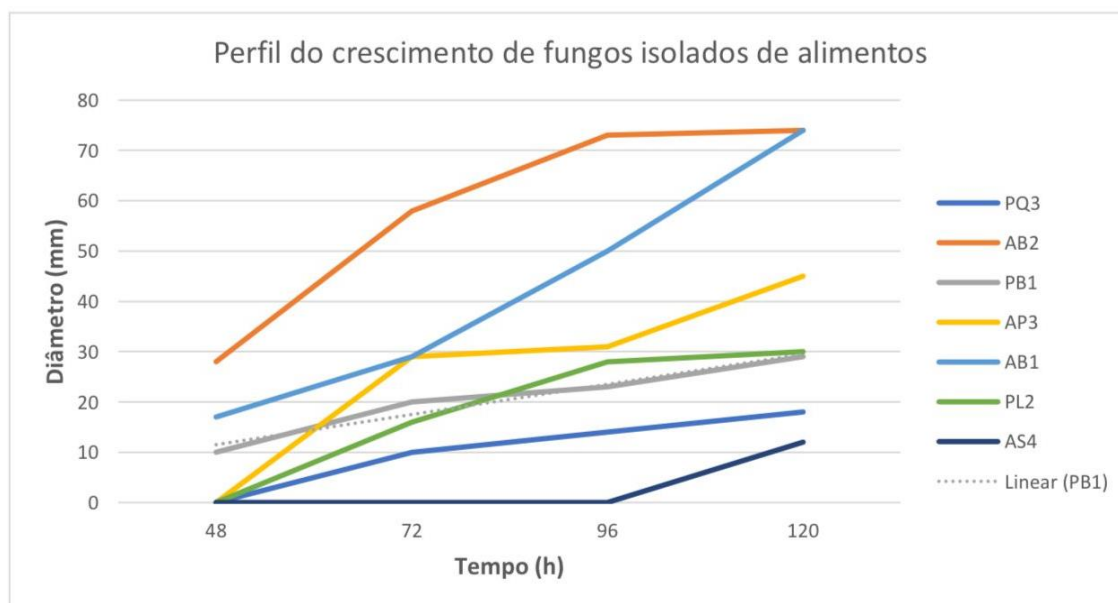
Todas as análises foram realizadas em duplicata. Os dados foram tabulados utilizando o programa Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise morfológica dos alimentos utilizados, nesse experimento, identificaram os seguintes gêneros:

Observando a Figura 1 os resultados demonstraram que entre os gêneros analisados, dois fungos demonstraram um crescimento completo de colônia na placa em um período de 120 horas, sendo eles o fungo AB1 e AB2. Contudo, o gênero AS4 demonstrou não se adaptar ao meio de cultivo selecionado, demandando um período de tempo prolongado para a primeira medição do diâmetro, sendo realizada após 120 horas.

Figura 1- Perfil do crescimento de fungos isolados de alimentos.



PB1 = Fungo de batata clara (*Penicillium* sp. 1); **AP3** = Fungo do pão (*Aspergillus* sp. 3); **AS4** = Fungo de sorvete (*Aspergillus* sp. 4); **AB2** = Fungo de batata-doce preta (*Aspergillus* sp. 2); **PL2** = Fungo da casca de laranja (*Penicillium* sp. 2); **AB1** = Fungo de batata-doce verde (*Aspergillus* sp. 1); **PQ3** = Fungo de queijo cabaça (*Penicillium* sp. 3).

Fonte: Própria.

[10], semearam grãos de feijão diretamente em placas com BDA, de forma randômica totalizando 10 placas com 5 grãos por marca comercial. As placas foram incubadas em estufa a 25°C por 72 a 120 horas. Os fungos identificados nas amostras de feijão foram semelhantes ao deste presente trabalho. *Penicillium* sp., apresentou colônia plana, redonda, com margens bem definidas e diâmetro de 12,2 mm. *Aspergillus* sp, apresentou colônia plana, redonda,

com margens bem definidas e diâmetro de 7,4 mm. O estudo não fornece informações sobre o tempo necessário para alcançar esses diâmetros.

Os isolados obtidos por [11], apresentaram também em seu trabalho, isolados fúngicos identificados como *Aspergillus* sp e *Penicillium* sp. Ambos foram inoculados em um meio contendo composto de 1,0% amido solúvel; 0,25% peptona e 0,25% extrato de levedura. As placas, incubadas a 35°C foram acompanhadas diariamente durante 5 dias para isolamento dos fungos filamentosos. O *Penicillium* sp. apresentou $14 \pm 3,0$ mm de diâmetro da colônia, *Aspergillus* sp. apresentou $5,0 \pm 0,2$ mm de diâmetro da colônia, o trabalho não menciona o momento em que essas medições foram efetuadas.

Com base nos trabalhos citados, o meio de cultura que resultou em maior crescimento (maior diâmetro de colônia) para os fungos *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp., foi o meio de cultura utilizado no presente trabalho, contendo: glicose, extrato de peptona de carne, ágar e cloreto de sódio.

No entanto, o meio de cultura com amido solúvel, peptona e extrato de levedura, usado no trabalho de [11], proporcionou um crescimento mais rápido dos fungos. O trabalho de [10], usou BDA, que é um meio de cultura padrão amplamente utilizado em microbiologia. Esse meio proporcionou resultados intermediários em termos de tamanho das colônias.

A atividade enzimática dos fungos testados, podem ser observados na Tabela 1. Em conformidade com a Tabela 1, o isolado fúngico *Aspergillus* sp. 3 demonstrou maior potencial de atividade enzimática, o *Aspergillus* sp. 4, *Aspergillus* sp. 2, *Aspergillus* sp. 1 e *Penicillium* sp. 3, não apresentaram formação de halo.

Tabela 1 - Índice enzimático de fungos filamentosos isolados de alimentos.

Extrato	Halo (mm)
PB1	8,3
AP3	10,7
AS4	0
AB2	0
PL2	3,0
AB1	0
PQ3	0

PB1 = Fungo de batata clara (*Penicillium* sp. 1); **AP3** = Fungo do pão (*Aspergillus* sp. 3); **AS4** = Fungo de sorvete (*Aspergillus* sp. 4); **AB2** = Fungo de batata-doce preta (*Aspergillus* sp. 2); **PL2** = Fungo da casca de laranja (*Penicillium* sp. 2); **AB1** = Fungo de batata-doce verde (*Aspergillus* sp. 1); **PQ3** = Fungo de queijo cabaça (*Penicillium* sp. 3).

Fonte: Própria.

Conforme descrito por [12], em seu estudo, o fungo de *Aspergillus* sp. formou um halo de degradação de 4,0 milímetros no meio de cultura ágar - leite avaliado no período de 288 horas de armazenamento em temperatura ambiente. De acordo com os resultados obtidos nos ensaios de seleção de produtoras de tanase, segundo o trabalho de [13], evidenciaram que a amostra de *Aspergillus* sp apresentou o maior halo característico de degradação do ácido tânico, cujo valor foi de 20 mm, em um meio contendo Batata Dextrose Ágar (BDA) a 4 °C e aclimatada em meio BDA suplementado com ácido tânico (0,2%), durante 72 horas, a 28°C. Os estudos realizados por [12], prosseguem para obtenção de resultados do *Penicillium* sp, a colônia formou um halo de degradação de 1,0 milímetro no mesmo meio de cultura e no mesmo período de tempo e temperatura do *Aspergillus* sp.

Analisando os resultados, este estudo obteve maiores halos de degradação para tanto *Aspergillus* sp. quanto *Penicillium* sp., em relação aos resultados de [12], No entanto, os resultados de [13], para *Aspergillus* sp. em um meio específico foram ainda maiores. Essa variação pode ser explicada pelas diferenças nos meios de cultura, nas condições de incubação e nas cepas de fungos utilizadas em cada experimento. Cada experimento foi

conduzido sob condições diferentes, o que resultou em resultados de halo de degradação distintos.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos da medição de halo, conclui-se que o meio peptona mostrou-se ser um substrato potencial para a produção de enzimas proteolíticas do isolado *Aspergillus* sp. 3. Os isolados de *Aspergillus* sp. 4, *Aspergillus* sp. 2, *Aspergillus* sp. 1 e *Penicillium* sp. 3 apresentaram produção de enzima negativo. Após a avaliação do crescimento de colônia dos sete fungos isolados de alimentos em deterioração, foi observado que todas as sete espécies demonstraram atividade proteolítica em um meio de cultura contendo peptona. Notavelmente, o fungo isolado da batata-doce preta (*Aspergillus* sp. 2) exibiu a atividade enzimática mais expressiva em um período de até 72 horas. Além disso, o fungo isolado da batata-doce verde (*Aspergillus* sp. 1) apresentou uma produção significativamente alta de colônia em comparação com os outros isolados. Essas descobertas sugerem que essas espécies de fungos isoladas têm potencial na indústria como produtoras de enzimas extracelulares, abrindo oportunidades para futuros estudos e aplicações industriais.

REFERÊNCIAS

- 1 PINTO, Uelinton Manoel e LANDGRAF, Mariza e FRANCO, Bernadette Dora Gombossy de Melo. Deterioração microbiana dos alimentos. Microbiologia e higiene de alimentos: teoria e prática. Tradução. Rio de Janeiro: Rubio, 2019. Disponível em: < <https://repositorio.usp.br/item/002980807> > Acesso em: 05 set. 2023.
- 2 MUSSATTO, Solange Inês. et al.. Enzimas: Poderosa ferramenta na indústria. Ciência Hoje, v. 41, n. 242. 2007. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Solange-Mussatto/publication/261709716_Enzimas_Poderosa_Ferramenta_na_Industria/links/00b49535298656639a000000/Enzimas-Poderosa-Ferramenta-na-Industria.pdf > Acesso em: 07-08-2023.

3 VESCOVI, Vinicius. Extração, purificação e imobilização de lipases vegetais destinadas à síntese de biodiesel e ésteres. 2012. Dissertação (mestrado) - Engenharia Química. Departamento de engenharia química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, 2012. Disponível em:

<<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4099/4556.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 02 set. 2023.

4 SPIER, M. R. Produção de enzimas amilolíticas fúngicas α -amilase e amiloglicosidase por fermentação no estado sólido. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em tecnologia de alimentos. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/4684/disser;jsessionid=5B8E6A42723DA3C443FC90E8555A7433?sequence=1>> Acesso em: 15-08-2023.

5 NASCIMENTO, M. C. et al. Próteses e suas aplicações biotecnológicas nas indústrias alimentícias. Artigo de revisão sobre inovação, gestão e sustentabilidade na agroindústria. Congresso internacional da agroindústria (CIAGRO). Pernambuco, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0076>> Acesso em: 07-08-2023.

6 NASCIMENTO, Wellington Cristina Almeida do et al. Otimização de um meio de cultura para a produção de proteases por um *Bacillus* sp. termofílico. Food Science and Technology, v. 27, p. 417-421, abr- jun, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/ZwkvRT73r8WSbNfHxmRK4Kb/?format=pdf&lang=pt>>

7 GIONGO, Janice Luehring. Caracterização e aplicação de proteases produzidas por linhagens de *Bacillus* sp. Dissertação (Mestrado). Pós graduação em microbiologia agrícola e do ambiente. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/14798/000667672.pdf?sequence=1>>

8 Ellis, M.B. 1976. More Dematiaceous Hyphomycetes. Commonwealth Mycological Institute, Kew. England. 507p.

9 Kirk, P.M. & Cooper, J. 2005. Index Fungorum - Authors of Fungal Names. <<http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>> (acesso em 11/09/2023).

10 AMARAL, Camila L. et al. Fungos potencialmente micotoxigênicos em feijões (*Phaseolus vulgaris* L.) de diferentes marcas comerciais. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, v. 24, n. 2, p. 69-77, 2013.

11 SILVA, Ana Caroline Araújo Duarte da. Isolamento e Seleção de Fungos Amilolíticos de Resíduo Líquido da Indústria de Farinha (manipueira). In: I Congresso de Iniciação Científica PIBIC/CNPq-PAIC/FAPEAM. 2012. Acesso em: 09 set. 2023. <https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/4579/1/pibic_inpa.pdf>

12 QUEIROZ, Cibele; DE SOUSA, Adna Cristina Barbosa. Produção de enzimas hidrolíticas por fungos filamentosos em diferentes substratos sólidos. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 7, p. 51849-51860, 2020. Acesso em: 08 set. 2023. <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-725>>

13 MARTINS, Alex Gabriel Rodrigues et al. Utilização de resíduos agroindustriais para produção de tanase por *Aspergillus* sp isolado do solo da caatinga de Pernambuco, Brasil. *exacta*, v. 7, n. 1, p. 95-103, 2014. Acesso em: 09 set. 2023. <<http://dx.doi.org/10.18674/exacta.v7i1.1146>>

SISGEN: A596786

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL AMIOLÍTICO DE FUNGOS ISOLADOS DE ALIMENTOS

¹MOURA, J. M.; ²GOMES, J. N. A.; ³SILVA, W. M.; ⁴LIMA, M. S.; ⁵GOMES, J. E..G

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE, mateofeelingx@gmail.com

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE, jaranicacio04@gmail.com

³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE, wellingtonufape@gmail.com

⁴Docente do curso de engenharia de alimentos – UFAPE, marilene.lima@ufape.edu.br

⁵Docente do curso de engenharia de alimentos – UFAPE, erickgalindogomes.pnpd@ufape.edu.br

Resumo: O objetivo deste trabalho foi investigar fungos filamentosos, isolados de alimentos na produção de amilases. Para tanto, os fungos foram, inicialmente, isolados em meio BDA e posteriormente realizada a identificação morfológica. Após a identificação, o perfil de crescimento de cada fungo foi testado, utilizando meio sólido contendo uma concentração de NaCl 100mM. Após essa etapa foi preparado um meio para fermentação submersa de cada microrganismo estudado. O material foi fermentado em temperatura ambiente (26°C, UR, 85%) por um período de dez dias. O extrato bruto obtido foi utilizado para verificar a atividade enzimática através da produção de halos de degradação em meio sólido, contendo amido solúvel. Os halos foram medidos e expressos em mm. Foram identificados os gêneros *Aspergillus sp* e *Penicillium sp* das amostras de alimentos. O gênero *Aspergillus*, isolado do pão, apresentou melhor crescimento que os demais fungos investigados. Já fungos do gênero *Penicillium*, isolados da batata doce, mostraram o menor crescimento dentre os fungos estudados. Assim sendo faz-se necessário, investigar diferentes substratos para melhores resultados.

Palavras-Chave: Amilase, fungos, alimentos.

Abstract: The goal of this work was to investigate filamentous fungi, isolated from food on the production of amylase. Therefore, the fungi were, initially, isolated in PDA growth medium and posteriorly performed the morphological identification. After the identification, the growth profile of each fungi was tested, using solid medium containing a concentration of 100mM NaCl. After this step it was prepared a medium for submerged fermentation of each microorganism studied. The material was fermented in ambient temperature (26°C, RH, 85%) for a 10 day period. The obtained brute extract was utilized to verify the enzymatic activity through degradation halos in solid medium, containing soluble starch. The halos were measured and expressed in mm. They were identified genres *Aspergillus sp* and *Penicillium sp* from the food samples. The genre *Aspergillus*, isolated from the bread, showed better growth than the others studied fungi. The fungi *Penicillium*, isolated from the orange peel, showed the worst growth between the fungi studied. Therefore it is necessary to investigate different substrates for better results.

Keywords: Amylase, Fungi, food.

INTRODUÇÃO

Metabólitos que são produzidos por fungos podem oferecer ações duplicadas, desta maneira, os mesmos obtêm habilidade de se explorar múltiplas áreas, essas áreas podem ser especificadas como: farmacologia, bioprocessos, tecnologia ambiental, bioconversão e agroindústria. (ARBOLEDA, 2012) (1).

As amilases são enzimas que catalisam a hidrólise do amido, um polissacarídeo formado por unidades de glicose. O amido é um dos principais componentes de alimentos como cereais, tubérculos e leguminosas, e sua degradação pelas amilases resulta em produtos como glicose, maltose e dextrinas. Esses produtos têm diversas aplicações na indústria alimentícia, farmacêutica, têxtil, de papel e celulose, entre outras. As amilases podem ser obtidas de diferentes fontes, como plantas, animais e microrganismos, sendo estes últimos os mais utilizados por apresentarem maior diversidade, estabilidade e produtividade (SILVA et al., 2017) (2).

Na produção industrial de enzimas, são vistas alguns atrasos tecnológicos, como o maior ponto sendo o valor de produção. (Stroparo et al., 2012) (3). Na tentativa de diminuir custos, é utilizado como alternativa o emprego de resíduos agroindustriais que na maior parte das vezes são retirados pela indústria, as indústrias podem trabalhar como uma fonte de muito valor em substratos, que frequentemente são utilizados na fermentação submersa, ou até mesmo na fermentação em estado sólido, a fermentação submersa apresenta uma maior vantagem, pois a mesma permite melhor controle sobre o processo e baixo risco de contaminação comparado a fermentação sólida, mostrando também um maior rendimento. (TEIXEIRA et al., 2010) (4).

SZAKACS (2004) (5) mostra que as enzimas microbianas tem sua importância em diversas áreas de atuação, podendo citar por exemplo: enzimas microbianas na indústria de alimentos, enzimas que podem ser utilizadas para produção de detergentes e sabão em pó, também na fabricação de papel, tecidos e dentre outros tipos de produtos muito úteis tanto para vida

cotidiana quanto para pesquisas. De acordo com o autor, mesmo que o meio principal de produção de enzimas microbianas seja por fermentação submersa, é provado que a fermentação sólida também apresenta métodos favoráveis em alguns países, que também é citado por PANDEY et al(2005) (6). Fermentação no estado sólido é considerada uma opção paralela da fermentação submersa na produção de enzimas na indústria, pois a mesma não requer tecnologia muito avançada e tem economia maior de processo quando se compara a fermentação submersa.

A fermentação submersa é a contraparte da fermentação sólida, é um processo onde microrganismos se multiplicam livremente e possuem alto teor de água, em meio líquido. Para os processos biológicos que utilizam desta técnica, é garantido o melhor controle da instrumentação e controle, e quando comparado a fermentação sólida, é visto que também se obtém melhor vantagem na separação da biomassa após fermentação, mistura, aeração e dimensionamento (MAGANHOTO, 2020) (7). Em estudos de Mascarin et al. (2015) (8), é

visto que este processo também demanda menos espaço e tempo para poder realizá-lo, se mostrando vantajoso do que a fermentação sólida em mais um aspecto.

A avaliação do potencial de fungos isolados de alimentos como fonte de enzimas, em particular as amilases, desempenha um papel crucial na indústria de alimentos e na pesquisa biotecnológica. As amilases são enzimas que desempenham um papel fundamental na hidrólise do amido em açúcares mais simples, como a maltose e a glicose, sendo essencial na produção de uma variedade de produtos alimentícios, como pães, cerveja, bebidas destiladas e muito mais. Esse processo é essencial para a otimização de processos de produção, promovendo a sustentabilidade e a redução do impacto ambiental na indústria alimentícia e biotecnológica. O uso de fungos isolados de alimentos como fonte de amilases apresenta vantagens significativas em termos de eficiência, custo e sustentabilidade, tornando-se uma área de pesquisa relevante e promissora (MOTTA et al., 2023) (9). Portanto, a pesquisa contínua nessa área é fundamental para descobrir novas fontes de enzimas amilolíticas e explorar maneiras de aprimorar ainda mais a produção de alimentos de forma sustentável e eficaz.

Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de fungos filamentosos, isolados de alimentos, na produção de amilases.

2. METODOLOGIA

Esse experimento foi realizado no laboratório de biologia animal (LEBA) da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE, como parte da disciplina de Microbiologia de alimentos.

Foram coletados fungos encontrados e isolados de alimentos como pão (AP3), batata doce (AB1, AB2, PB1), casca de laranja (PL2), queijo de cabra (PQ3) e sorvete (AS4). Após a coleta foi feito o isolamento dos fungos em meio BDA.

2.1 IDENTIFICAÇÃO MORFOLÓGICA

Após o isolamento, o crescimento das colônias foi acompanhado por 96 h em temperatura ambiente ($28 + 2$ °C). Para a purificação, fragmentos de cada colônia foram transferidos para placas de Petri contendo o meio batata dextrose ágar (BDA) adicionado de cloranfenicol (100 mg.L^{-1}) e, depois de confirmada a pureza, transferido para tubo de ensaio contendo o meio BDA (LACAZ et al., 2002) (10).

A identificação dos espécimes foi realizada pela observação das características macroscópicas (coloração, aspecto e diâmetro das colônias) e microscópicas (microestruturas), com base nas descrições de literatura especializada (Ellis, 1971; Ellis, 1976; Domsch et al., 1993; Kirk & Cooper, 2005) (11), (12), (13), (14).

2.2 SUSPENSÃO DE ESPOROS

Cada fungo, utilizado nesse experimento, foi inoculado separadamente em erlenmeyers com capacidade de 250 mL contendo meio de cultura BDA, após esse período,

cada fungo isolado recebeu alíquotas de solução salina (0,85%) e tween 80 para despreendimento dos esporos. O inóculo de cada fungo foi submetido a contagem em câmara de Neubauer até atingir a concentração de esporos de 10^6 .

2.3 DESENVOLVIMENTO DAS COLÔNIAS

Para verificar o crescimento dos fungos, foi elaborado um meio sólido, contendo as seguintes composições (g/L): peptona (2 g/L), extrato de levedura (0,8 g/L) e Fécula de batata (2g) ao pH 6 e NaCl (2,36 g/L) os quais foram pesados para uma solução de 400ml. Os fungos foram inoculados, individualmente, em placas de Petri e armazenados à temperatura ambiente (26°C) com uma umidade relativa de 85%. A medição das colônias foi feita quando o primeiro fungo do grupo atingisse pelo menos 5 mm de diâmetro. O crescimento foi acompanhado até que a colônia ocupasse toda a placa de Petri (90x15 mm), utilizando uma régua milimetrada para fazer sua medição.

2.4 FERMENTAÇÃO SUBMERSA

Foi preparado meio adaptado para a detecção da amilase com a as seguintes composições (g/L): glicose (5 g/L), extrato de levedura (5 g/L), peptona (5 g/L) e Fécula de batata (5 g/L) ao pH 6. Cada tipo de fungo foi introduzido como inóculo, e o material foi submetido a um processo de fermentação estática, mantido a uma temperatura ambiente de 26°C, com uma umidade relativa de 85%, durante um período de 5 dias. Após essa etapa, o material foi filtrado e posteriormente armazenado a -20°C para análises subsequentes.

2.5 INDÍCE ENZIMÁTICO

A avaliação da atividade enzimática foi conduzida por meio da análise qualitativa da formação de halos em cada extrato produzido. O meio sólido utilizado apresentava a seguinte composição: glicose (5 g/L), extrato de levedura (5 g/L), peptona (5 g/L) e Fécula de batata (5 g/L) ao pH 6 e Agar (8 g/L) para a solidificação.

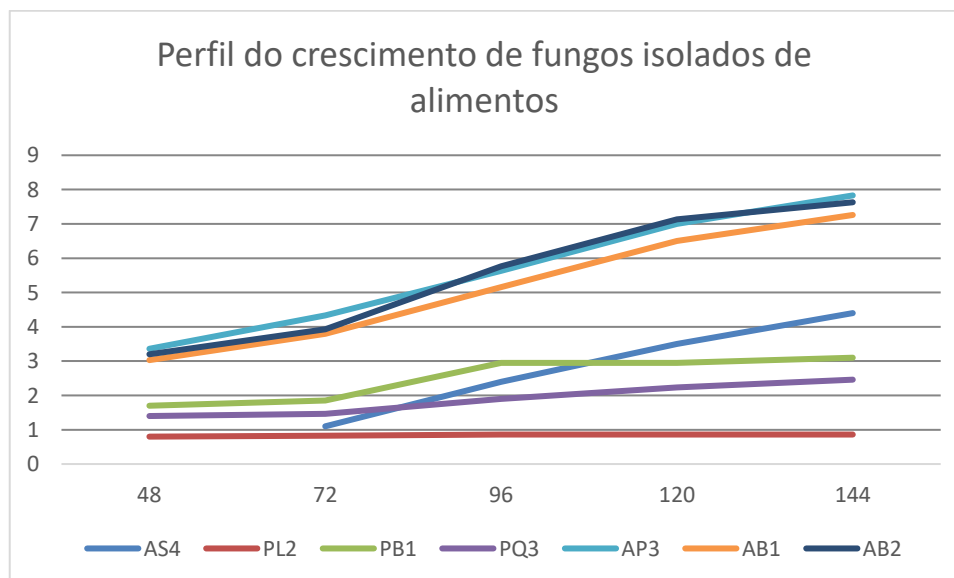
Para a preparação da inoculação, foram criados poços de 8 mm em cada placa de Petri. Em seguida, foram adicionados 100 μ L de cada extrato a cada poço. O processo de inoculação prosseguiu ao longo de 3 dias a uma temperatura 35°C.

Após esse período, os halos formados foram revelados por meio da aplicação de uma solução de NaCl a 0,5N. Em seguida, os halos foram mensurados utilizando uma régua milimetrada.

Todas as análises foram realizadas em duplicatas. Os dados foram tabulados utilizando o software livre Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Figura 1: Perfil do crescimento de fungos isolados de alimentos em meio com NaCl a 28°C e 8°C durante 144 horas.



S4 = Fungo de sorvete PO (*Aspergillus SP4*); **PL2** = Fungo da casca de laranja (*Penicillium SP2*); **PB1** = Fungo de batata claro (*Penicillium SP1*); **PQ3** = Fungo de queijo cabaça (*Penicillium SP3*); **AP3** = Fungo do pão (*Aspergillus SP3*); **AB1** = Fungo de batata doce verde (*Aspergillus SP1*); **AB2** = Fungo de batata doce preto (*Aspergillus SP2*).

Fonte: Autores(2023).

Tabela 1: Atividade enzimática de fungos isolados de alimentos baseada na média de crescimento dos halos em 144 horas.

EXTRATO	HALOS (em mm)
AS4	3,00
PL2	0,85
PB1	2,51
PQ3	1,89
AP3	5,63
AB1	4,68
AB2	5,53

AS4 = Fungo de sorvete PO (*Aspergillus SP4*); **PL2** = Fungo da casca de laranja (*Penicillium SP2*); **PB1** = Fungo de batata claro (*Penicillium SP1*); **PQ3** = Fungo de queijo cabaça (*Penicillium SP3*); **AP3** = Fungo

do pão (*Aspergillus SP3*); **AB1** = Fungo de batata doce verde (*Aspergillus SP1*); **AB2** = Fungo de batata doce preto (*Aspergillus SP2*).

Fonte: Autores(2023).

Após plotagem do gráfico, vemos que o fungo com maior desempenho de crescimento foi o AP3 com 5,63cm, enquanto o de menor crescimento foi o PL2, com apenas 0,85 cm de média de crescimento, ao medir o crescimento dos fungos, é visto que alguns fungos que não apresentaram desenvolvimento inicial, conseguiram ir se adaptando ao meio, como foi o caso do fungo AS3, que mesmo sem se desenvolver no primeiro dia, atingiu uma média de 3,00 mm no último dia de medição, maior mesmo que fungos como PB1 e PQ3.

Assim, podemos começar uma avaliação mais profunda sobre o desenvolvimento de cada um, de acordo com BATISTA et al., 2018 (15), para ser caracterizado com desenvolvimento bom, o crescimento deve ser entre 13 a 20mm de diâmetro; 6 a 12mm para um resultado regular e para um resultado fraco, 1 até 5mm, os fungos AP3, AB1 e AB2 obtiveram resultados regulares, pois em 144 horas mediram 7,83mm, 7,26mm e 7,63mm respectivamente, enquanto fungos como AS4, PL2, PB1, PQ3 mostraram resultados fracos, pois nenhum destes apresentou crescimento maior que 5mm.

Na pesquisa de RIBEIRO et al., 2018 (16), foi realizado um estudo para crescimento de amilase em fungos isolados, foram obtidos até 37,3mm de média de crescimento dos halos, um resultado dado como bom pela pesquisa de BATISTA et al., 2018, que também se mostra maior do que o desempenho obtido pelos fungos isolados para estudo, enquanto seu menor resultado, foi de 9,3mm de média, ainda assim, apresentando resultado bom para a pesquisa.

No estudo de OLIVEIRA et al., 2008 (17), por exemplo, foram separados 60 fungos incubados em temperatura ambiente de 28° C e agitados por 120 horas, com isto, dos 60 fungos, 40% destes conseguiram produzir amilase, e num geral, os fungos tiveram crescimento desde 10,56 mm de diâmetro com o fungo *Stereum sp.*, até 23,78mm para o *Pycnoporus sanguineus 12B*.

Porém, também temos o trabalho de CAVALCANTE et al., 2006 (18), foram separados 110 fungos obtidos a partir de plantas e folhas, com isso, objetivou-se estudar a possibilidade a produção de enzimas para estimular o crescimento de pinhas, mesmo com uma quantidade mais alta de fungos do que nos outros artigos, não se foi obtido nenhum fungo em que se desenvolveu atividade amilolítica, o estudo sugere que estes fungos isolados não apresentam enzimas relacionadas à patogênese, onde a atividade amilolítica é mais comum.

Já para o estudo de BAZZO et al., 2022 (19), foram utilizados biocatalizadores para a avaliação da atividade amilolítica de fungos submetendo os mesmos a condições favoráveis para o crescimento dos fungos selecionados, provocando assim resultados como um crescimento de halos de 68mm para a hidrólise do IE do amido, mostrando também, que nesse meio, o fungo *Aspergillus* de cor cinza/verde obteve 60,1% de produção de enzimas amilolíticas, assim, se tornando o mais eficaz na pesquisa realizada pelo autor, levando em consideração os meios de desenvolvimento usados para este tipo específico de trabalho.

Estudando artigos e dissertações sobre produção de amilase a partir de fungos isolados, vemos as opções que podem influenciar no crescimento, temos como exemplos: o

alimento escolhido, o local onde foi feito o isolamento, manuseamento do pesquisador, qualidade do alimento, técnicas utilizadas para o crescimento e dentre outros.

CONCLUSÃO

Finalizando a medição dos halos, concluímos que, os fungos que mais se adaptaram ao meio de amilase foram os fungos dos respectivos alimentos: Pão, fungo preto batata doce e o fungo verde da batata doce, enquanto temos os fungos que mal tiveram desenvolvimento, que foram casca de laranja e queijo cabaça, os fungos de sorvete de batata doce claro também tiveram um crescimento aceitável, assim, vemos dois tipos de fungos que neste trabalho, não obtiveram um crescimento aceitável, citando primeiro o fungo PL2 de casca de laranja, pois o mesmo se manteve estático, não apresentando nenhum tipo de crescimento, podemos complementar com o fungo PQ3 de queijo cabaça, que teve um crescimento extremamente lento, ao compará-lo com os outros fungos (excluindo o PL2), todos tiveram um crescimento de pelo menos 0,5mm em algum momento entre as 144 horas de medição, porém, o fungo PQ3 não obteve este crescimento. Podemos concluir assim, que o crescimento do halo dos fungos pode variar de meios de desenvolvimento utilizados, até mesmo de manuseio do autor da pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

- 1 ARBOLEDA VALENCIA, Jorge William. Metabólitos de origem fúngica : aplicações potenciais em processos biotecnológicos. 2011. Tese (Doutorado) Biologia Molecular — Universidade de Brasília, Brasília, 2011.
- 2 SILVA, Evaldo Carlos da. Produção, purificação e formulação de amilase e sua aplicação em panificação. 2017. Tese (Doutorado) Engenharia de bioprocessos e biotecnologia - Curitiba, 2017.
- 3 STROPARO, E. C. et al. Seleção de fungos filamentosos e de resíduos agroindustriais para a produção de enzimas de interesse biotecnológico. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 6, p.2267- 2278, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n6p2267>
- 4 TEIXEIRA, Ingrid Andrade Leite; GUSMÃO, Robert de Oliveira; FERRAZ, Luthiane Machado; OLIVEIRA, Andressa Porto Cordeiro; ASSIS, Fábica Giovana do Val de; LEAL, Patrícia Lopes. Isolamento e seleção de bactérias produtoras de amilase e pectinase sob fermentação submersa. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, [s. l.], v. 11, p. 2227-2244, 2017. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbta/article/view/2847/4297>. Acesso em: 19 nov. 2023.
- 5 SZAKACS, G. Production of Industrial Enzymes in Solid-State Fermentation. In: *Anais International Congress on Bioprocess in Food Industries*, Clermont-Ferrand, France. 2004. v. 1. 20p.
- 6 PANDEY, A.; WEBB, C.; SOCCOL, C.R.; LARROCHE, C. *Enzyme Technology*. 1ª ed. New Delhi: Asiatech Publishers, Inc, 2005. 760p.

7 MAGANHOTO, Nelson Henrique. Otimização dos parâmetros para fermentação líquida submersa de *Clonostachys rosea*. 2020. Tese (Mestrado) Fitopatologia - Minas Gerais, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/219896/1/Bettiolo-Otimizacao-parametros-2020.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2023.

8 MOTTA, Joyce Fagundes Gomes; FREITAS, Bárbara Catarina Bastos de; ALMEIDA, Alex Fernando de; MARTINS, Glêndara Aparecida de Souza; BORGES, Soraia Vilela. Use of enzymes in the food industry: a review. *Food Science and Technology*, 2023;43:1-14. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/7RzPQGJnrPgwGzMsTCrKTjK/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 19 nov. 2023.

9 Mascarin, G. M., Jackson, M. A., Kobori, N. N., Behle, R. W., & Delalibera Júnior, Í. Liquid culture fermentation for rapid production of desiccation tolerant blastospores of *Beauveria bassiana* and *Isaria fumosorosea* strains. *Journal of invertebrate pathology*, 2015;127:11–20. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022201114001797?via%3Dihub>.

10 Lacaz, C.S.; Porto, E.; Martins, J.E.C.; Heins-Vaccari, E.M. & Takahashi De Melo, N. *Tratado de Micologia médica; Prefácio: Bertrand Dupont*. 9. ed. São Paulo, Sarvier, 2002. 1104p. ilus. ISBN 85-7378-123-8.

11 Ellis, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew. England. 608p.

12 Ellis, M.B. 1976. *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew. England. 507p.

13 Domsch, K.H.; Gams, W. & Anderson, T. 1993. *Compendium of Soil Fungi*. London, Academic Press. v.1.

14 Kirk, P.M. & Cooper, J. 2005. *Index Fungorum - Authors of Fungal Names*.

15 BATISTA, Eliziane; WATANABE, Júlia Yumi Moreira; OLIVEIRA, Valéria Maia de; PASSARINI, Michel Rodrigo Zambrano. Avaliação da produção de amilase e protease por bactérias da antártica. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, 2018;5:13-29. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/bitstream/handle/123456789/5807/1208-4456-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 nov. 2023.

16 RIBEIRO, Bruna Catarina; GOIS, Ian Mateus; BISPO, Diego Fonseca; SILVA, Cristina Ferraz. Isolamento e seleção de micro-organismos produtores de enzimas de interesse comercial. *Scientia Plena*, 2018;14:1-10. Disponível em: <https://scientiaplenu.emnuvens.com.br/sp/article/view/3654>. Acesso em: 19 nov. 2023.

17 OLIVEIRA, Luiz Antonio de; SOUZA, Helenires Queiroz de; ANDRADE, Jerusa Souza. Seleção de Basidiomycetes da Amazônia para produção de enzimas de interesse

biotecnológico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2008;28:116-124. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/cdZtPsq4LMNQsyXmryS8JRp/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 19 nov. 2023.

18 CAVALCANTE, Uided Maaze Tiburcio. Fungos endofíticos em *Annona* spp.: isolamento, caracterização enzimática e promoção do crescimento em mudas de pinha (*Annona squamosa* L.) Bacharelado em Ciências Biológicas. Recife - Universidade Federal Rural de Pernambuco 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/yDMdNsTrkqwnk4KWcSXD54P/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 19 nov. 2023.

19 BAZZO, V.; PARDO, S. N. F.; HOFFMANN, E. C.; LIMA, G. de; RIBEIRO, R. V. Bioprospecção e caracterização da atividade amilolítica de fungos filamentosos. *Brazilian Journal of Development*. 2022;8:33314-33330. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/47425>. Acesso em: 19 nov. 2023.

SISGEN: A596786

PRODUÇÃO DE PROTEASES UTILIZANDO FERMENTAÇÃO SUBMERSA ESTÁTICA. UM ESTUDO QUALITATIVO

Ramalho, L, A¹; Barreto, D, M²; Lima, M³; Filho, R, B³; Fragoso, C. ⁴

¹ Graduando no curso de engenharia de alimentos - UFAPE, [lucas.albuquerque.ramalho@gmail.com](mailto:luкас.albuquerque.ramalho@gmail.com);

² Graduanda no curso de engenharia de alimentos - UFAPE, deborabarreto.engal@gmail.com;

³ Professora do curso de engenharia de alimentos - UFAPE, Marilene.lima@ufape.edu.br.

Pós-Graduando - UFAPE, carlos_fragoso@hotmail.com

Professor do curso engenharia de alimentos - UFAPE, raimundo.bernadino@ufape.edu.br

Resumo: Tradicionalmente, fungos são bastante utilizados para a produção de enzimas. Dentre os processos mais conhecidos para produção, podemos citar a fermentação em estado sólido e a fermentação em estado submerso. Poucos trabalhos relatam o uso da desta última na condição estática. Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar fungos filamentosos, na produção de proteases, utilizando a fermentação submersa estática. Inicialmente foram isolados fungos de diferentes substratos em BDA, para identificação dos gêneros. Posteriormente foi avaliado o perfil de crescimento de cada fungo adicionando ao meio sólido, uma concentração de NaCl a 10%. Após essa etapa cada cultura, foi submetida à fermentação submersa estática (26° C por 10 dias). O extrato obtido foi testado a fim de verificar a atividade de proteases, pela técnica de difusão em ágar. A produção da enzima foi verificada pela produção de halos translúcidos no meio de cultura e esses foram medidos com régua milimetrada. Os dados mostram que os fungos isolados pertenciam aos gêneros *Aspergillus sp* e *Penicillium sp* das amostras. Observou-se que o do NaCl a 10% não prejudicou o crescimento dos fungos. O fungo PB1 foi favorecido pelo NaCl visto que esse obteve maior crescimento durante o período estudado. O AS4 precisou de uma maior fase de adaptação ao meio, iniciando seu crescimento após 96 horas de armazenamento. Conforme os resultados podemos inferir que, a técnica de fermentação submersa estática foi pouco eficiente, dada a fraca produção de proteases. Apenas os isolados AP3 e PL2 demonstraram atividade enzimática.

Palavras-chave: Fungos filamentosos; Enzimas; Biotecnologia.

Abstract: Traditionally, fungi are widely used to produce enzymes. Among the best-known processes for production, we can mention solid-state fermentation and submerged fermentation. Few studies report the use of the latter in static conditions. Thus, this work aimed to evaluate filamentous fungi, in the production of proteases, using static submerged fermentation. Initially, fungi were isolated from different substrates in PDA, to identify the genera. Subsequently, the growth profile of each fungus was evaluated by adding a concentration of 10% NaCl to the solid medium. After this step, each culture was subjected to static submerged fermentation (26° C for 10 days). The extract obtained was tested to verify the activity of proteases, using the agar diffusion technique. The production of the enzyme was verified by the production of translucent halos in the culture medium and these were measured with a millimeter ruler. The data show that the isolated fungi belonged to the

genera *Aspergillus* sp and *Penicillium* sp from the samples. It was observed that 10% NaCl did not harm the growth of fungi. The PB1 fungus was favored by NaCl as it achieved greater growth during the period studied. AS4 needed a longer adaptation phase to the medium, starting its growth after 96 hours of storage. According to the results, we can infer that the static submerged fermentation technique was inefficient, given the low production of proteases. Only isolates AP3 and PL2 demonstrated enzymatic activity.

Key words: filamentous fungi; enzyme; biotechnology.

INTRODUÇÃO

Os fungos filamentosos têm sido usados há muito tempo na produção de medicamentos, alimentos, resolução de racematos e na degradação natural de resíduos ambientais. Seus benefícios industriais e ecológicos são inegáveis. Eles desempenham um papel importante na produção de antibióticos que revolucionaram a medicina, bem como na fabricação de queijos famosos, como Camembert e Roquefort. A química e a microbiologia trabalharam juntas para entender esses processos e aprimorar as tecnologias envolvidas. No entanto, o potencial dos fungos na química, para oferecer opções mais sustentáveis ou explorar nichos ainda não explorados, é pouco conhecido ou pouco estudado. Como aliados, os fungos podem resolver desafios químicos complexos, como a funcionalização de carbonos não ativados, a remoção sustentável de poluentes em áreas contaminadas e a produção de novos medicamentos. Também podem ser utilizados para uso de enzimas nas indústrias. (1).

O uso de enzimas teve seu primeiro registro em 1783, quando Spallanzani observou a degradação enzimática da carne pelo suco gástrico. Em 1814, Kirchoff notou que a proteína do glúten da cevada podia liquefazer amido em açúcar. No entanto, a palavra "enzima", que significa "em leveduras" em grego, só foi usada em 1878 por Kühne. Até 1897, acreditava-se que as enzimas só funcionavam em células vivas, mas Büchner demonstrou que extratos de células de levedura podem fermentar sacarose, desafiando esse conceito (2).

O setor alimentício é o que maior demanda por enzimas no mundo, elas são empregadas em diversos segmentos da produção dos alimentos incluindo panificação, produção de bebidas, suplementos dietéticos, e mais. Sua demanda é alta devido à sua notável especificidade em relação ao substrato, capacidade de atuação em diferentes condições de pH, temperatura e pressão, além de sua eficácia na conversão de matérias-primas em produtos desejados. Na indústria de laticínios, as enzimas desempenham um papel essencial, tanto para obter benefícios desejados quanto para a degradação de produtos lácteos. Isso ocorre devido à composição do leite, que oferece condições ideais para reações biológicas, muitas das quais são catalisadas por enzimas, contribuindo para a produção e aprimoramento de produtos lácteos. (3).

As enzimas produzidas pelos fungos possuem vantagens para a produção em larga escala, via fermentação, com potencial de aplicação na substituição de processos químicos convencionais e de interesse industrial (4). Essas apresentam características peculiares, que favorecem seu emprego em diversos processos biotecnológicos existentes, sendo relevantes as vantagens de conversões enzimáticas em diferentes processos industriais e ambientais. A sua produção, na maioria das vezes, ainda é economicamente dispendiosa, assim há necessidade de selecionar novos microrganismos com elevado potencial na produção de

substâncias de alto valor agregado. Mas apresentam vantagem, pois os fungos as secretam naturalmente, por causa de seu modo de nutrição, que associado às técnicas biotecnológicas só as aprimoram (5).

O mercado de enzimas é um mercado global que lida com a produção, venda e distribuição de enzimas usadas em uma variedade de indústrias, incluindo alimentícia, farmacêutica, biotecnológica, higiene pessoal e limpeza. Os microrganismos, através de suas enzimas, também apresentam uma grande importância econômica e social para a produção de bebidas e alimentos.

Proteases são enzimas hidrolíticas que podem atuar na hidrólise de proteínas da membrana e da parede celular de plantas hospedeiras, facilitando a penetração e a infecção pelo microrganismo (6). Assim, a produção de proteases tem sido estudada com várias finalidades, como a de relacioná-las com os processos de especificidade, patogenicidade e virulência (7). Os microrganismos representam uma excelente fonte de proteases devido à sua ampla diversidade bioquímica e à sua susceptibilidade à manipulação genética além de poderem ser facilmente cultivados em larga escala e proporcionar altos rendimentos (8). Por isso, a produção de enzimas de origem microbiana é um processo mais rápido, mais fácil e com menor custo. Além disso, proteases microbianas atuam sobre substratos específicos, podendo ser usadas em diversas áreas da bioquímica e biotecnologia (9).

Segundo Tari et al (10), em estudo da empresa GRAND VIEW RESEARCH, é estimado que, a demanda global de enzima em 2013 era de 4,4 bilhões de dólares, e acredita-se que ocorrerá um aumento para 7,6 bilhões em 2020, as proteases constituem um dos mais importantes grupos de enzimas industriais, movimentando cerca de 1,2 bilhões de dólares, uma vez que desempenham importante papel na área da biotecnologia. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de fungos isolados de alimentos na produção de proteases.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de ensino de biologia animal - LEBA da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE), como atividade prática, da disciplina de microbiologia de alimentos.

2.1 Isolamento e Identificação morfológica dos fungos

Inicialmente os fungos foram isolados de diferentes substratos (pão, batata doce, casca de laranja, queijo). Foi retirada uma alçada e transferida para uma placa contendo o meio BDA, o material foi incubado a 26°C por cinco dias. Após esse período os fungos foram novamente isolados, como citado anteriormente para maior pureza das colônias. Em seguida, fragmentos de cada colônia foram transferidos para placas de Petri contendo o meio batata dextrose ágar (BDA) adicionado de cloranfenicol (100 mg/L⁻¹) e, depois de confirmada a pureza, transferido para tubo de ensaio contendo o meio BDA (19). A identificação dos espécimes foi realizada pela observação das características macroscópicas (coloração, aspecto e diâmetro das colônias) e microscópicas (microestruturas), com base nas descrições de literatura especializada (11); (12); (13); (14).

2.2 Perfil do crescimento dos fungos

Para verificar a influência da adição de sal no crescimento dos isolados, foi testado o NaCl na concentração de 150 mM. Assim, um meio sólido foi preparado, contendo: 5g/L de leite em pó desnatado, 5g/L de glicose, 20g/L de ágar base e 8,8g/L de cloreto de sódio (150 mM). Cada fungo foi inoculado, separadamente, em placas contendo o meio de cultura. Essas foram armazenadas em temperatura ambiente (26°C, UR 85%). O crescimento foi mensurado em todos os isolados inicialmente após 48 horas de crescimento, depois a cada 24 horas. Para tanto as colônias foram medidas com régua escolar milimetrada por 144 horas do experimento.

2.3 Produção do inóculo para a fermentação

Cada fungo foi cultivado, separadamente, em erlenmeyers (250 mL) contendo BDA, por oito dias, a de 26 °C, a fim que houvesse produção de esporos. Após esse crescimento, os esporos foram retirados utilizando solução salina (0,85%) e Tween 80. Em seguida, foi feita a contagem de esporos em câmara de Neubauer, para obtenção de uma concentração final de 106 esporos/mL.

2.4 Fermentação submersa estática

Para a fermentação submersa foi preparado um líquido, com: glicose 10 g\L, extrato de levedura 5g\L e leite em pó desnatado 5g\L. O meio foi ajustado para pH 6,0 com HCl a 2N. Esse meio foi autoclavado a 121°C por 15 minutos. Posteriormente as suspensões de cada fungo foi inoculado, separadamente em erlenmeyers contendo o meio líquido.

Esses, foram armazenados sobre bancadas, em temperatura ambiente (26°C, UR 85%) por 120 horas, sem nenhuma agitação. Após esse período os extratos brutos foram filtrados em papel de filtro e armazenados a -20°C para o teste enzimático.

2.5 Teste da Atividade enzimática

Para verificar a produção das proteases, foi preparado um meio sólido com a seguinte composição: 10 g\L de glicose, 5 g\L de extrato de levedura, 5 g\L de leite em pó desnatado e 20 g\L de ágar. A técnica utilizada neste experimento foi a de difusão em ágar. placas contendo o meio sólido, foram perfuradas com poços (8mm). Em cada poço foram inoculados 80 microlitros do extrato bruto, de cada fungo, de forma separada. As placas, então, foram levadas à estufa bacteriológica 35°C por 72 horas. Após esse período foi realizada a revelação dos halos de degradação, utilizando o ácido tricloroacético (TCA) a 10%. A presença de halos foi verificada e eles, medidos com régua milimetrada e expressos em mm.

Todas as análises foram realizadas em duplicatas. Os dados obtidos foram tabulados em médias utilizando o software livre Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise morfológica dos alimentos utilizados, nesse experimento, identificou os seguintes gêneros: *Aspergillus sp* - (batata doce - AB1); *Penicillium sp* (batata doce - PB1); *Aspergillus sp* (batata doce - AB2); *Aspergillus sp* (AS4-sorvete); *Penicillium sp* (casca de laranja - PL2); *Aspergillus sp* (pão - AP3).



Figura 1. Perfil do crescimento de fungos filamentosos em meio contendo NaCl a

O perfil de crescimento (Fig 2) mostrou que o fungo AS4 não cresceu no prazo nas 48 horas iniciais do experimento. Já os isolados AB1 e PB1 (Fig 1) demonstraram boa adaptação ao meio, contendo a concentração do NaCl a 150 mM. Sendo esse último o que cresceu de maneira mais rápida.

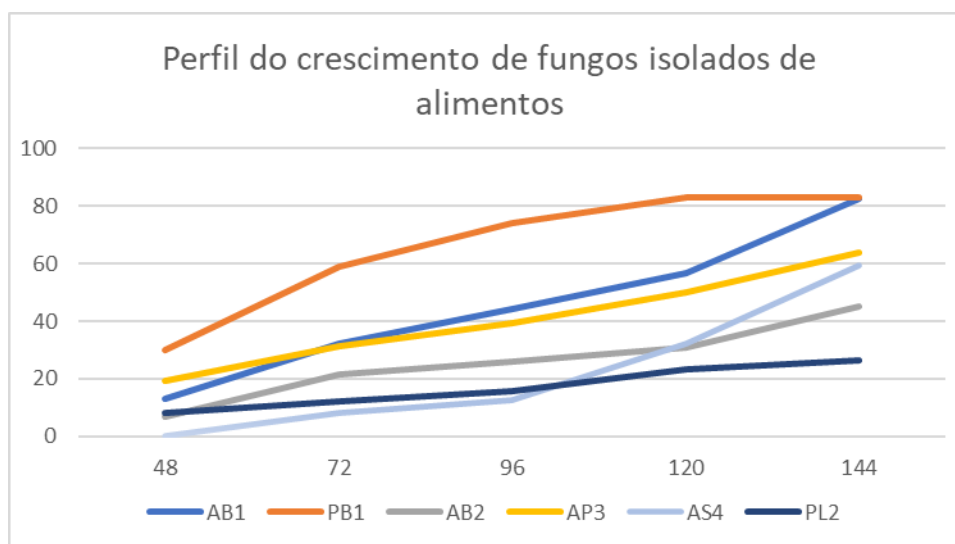


Figura 2: Perfil do crescimento de fungos isolados de alimentos. Sendo o AB1 (*Aspergillus sp 1*), PB1 (*Penicillium sp 1*), AB2 (*Aspergillus sp 2*), PQ3 (*Penicillium sp 3*), AS4 (*Aspergillus sp 4*), PL2 (*Penicillium sp 2*) e AP3 (*Aspergillus sp 3*). Fonte: Autor, 2023.

Mello, F.E et al (15) utilizou o meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA; 4 g L⁻¹ extrato de batata, 20 g L⁻¹ dextrose, 15 g L⁻¹ ágar, pH 5,6 ± 0,2) para o fungo *C. cassiicola*, sob três regimes de iluminação: luz contínua, 12 h/12 h de luz-escuro e escuro contínuo durante 12 dias e duas condições de estresse mecânico: raspagem superficial da colônia e ausência de estresse. Nessa situação o fungo apresentou padrões específicos para cada tipo de meio, resultando uma menor variação na produção de esporos em condições de estresse.

Tabela 1. Índice enzimático de fungos filamentosos.

Extrato	Halo (mm)
AB1	0,0
AB2	0,0
PB1	0,0
AP3	1,0
AS4	0,0
PL2	8,0

AB1 (*Aspergillus sp 1*), PB1 (*Penicillium sp 1*)
 AB2 (*Aspergillus sp 2*), AS4 (*Aspergillus sp 4*),
 PL2 (*Penicillium sp 2*) e AP3 (*Aspergillus sp 3*).

Conforme dados da tabela 1, pode-se observar que a fermentação submersa estática foi pouco eficiente com os fungos estudados nesse experimento. Observa uma fraca atividade enzimática para os isolados AP3 e PL2, enquanto para os demais não houve qualquer atividade das proteases. Os dados desse experimento contradizem os encontrados por Souza et al (16), que utilizaram os mesmos gêneros em sua pesquisa. Em seu estudo de produção de protease por *Aspergillus spp* e *Penicillium spp*, obtiveram produção dessa enzima tanto em meio fermentado sob agitação como na condição estática. Sendo o gênero *Penicillium* produziram proteases a partir das primeiras 24 horas e atingiram seus maiores valores nesse período, correspondendo a 247 U/ml, 288 U/ml, e 211 U/ml e no gênero *Aspergillus* investigado, foi observado que 70% dos isolados produziram proteases nas primeiras 24 horas de fermentação.

Souza et al., (17), utilizou três substratos em seu experimento (gelatina, farelo de soja e concentrado de peixe), para produção de proteases e verificou que o substrato concentrado de peixe foi o melhor, proporcionando halos com média de 12,96 mm de diâmetro. O segundo melhor substrato foi a gelatina, com média de halo de 11,20 mm.

Nascimento et al. (18) utilizou dezenove isolados de fungos filamentosos para avaliar o potencial de produção de proteases e lipases. Destes, 73,68% produziram proteases, valor considerado acima ao desse experimento que foi de apenas 33%.

CONCLUSÕES

Nas análises morfológicas dos fungos isolados foram identificados os gêneros *Apergillus* e *Penicillium*. De um modo geral a concentração de NaCl a 150mM não impediu o crescimento dos isolados. Entretanto, a fermentação submersa estática, nas condições desse experimento, não demonstrou ser uma boa opção para a produção de proteases. Assim, infere-se que novos estudos com diferentes substratos, sejam necessários para melhores resultados.

REFERÊNCIAS

1. TAKAHASHI, J. A. et al. **Fungos Filamentosos e Química: Velhos Conhecidos, Novos Aliados**. Revista virtual da química, Belo Horizonte - MG, v. 9 n. 6, p. 2351-2382, novembro de 2017.
2. COURI, Sonia. **Tecnologia de alimentos - enzimáticos**. Embrapa, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/tipos-de-processos/enzimaticos>>. Acesso em: 10 de setembro de 2023.
3. JUSTINA, M. D.; JUSTINA, M. B. D.; SKORONSKI, E. **O uso das enzimas na indústria de laticínios: uma breve revisão**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 73, n. 3, p. 172–184, 2018.
4. ALVES DA SILVA, C. J.; DO NASCIMENTO MALTA, D. J. **A IMPORTÂNCIA DOS FUNGOS NA BIOTECNOLOGIA**. Caderno de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde - UNIT - PERNAMBUCO, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 49, 2017. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/facipesaude/article/view/3210>. Acesso em: 25 mar. 2023.
5. TREMACOLDI, C. R. **Proteases e inibidores de proteases na defesa de plantas contra pragas**. Belém: Documentos Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 44 p.
6. TIAGO, P. V.; SILVA, R. J. Atividade proteolítica de isolados de *Metarhizium anisopliae* sobre substratos cuticulares e não cuticulares. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 26-30, 2007.

7. KUMAR. S. et al. . **Extracellular acid protease from *Rhizopus oryzae*: purification and characterization.** *Process Biochem*, v. 40. p. 1701-1705, 2005.
8. BARATA. R. A. et al.. **Purification and Characterization of an Extracellular Trypsin-Like Protease of *Fusarium oxysporum* var, lini.** *J Biosci Bioeng.* v. 94. n. 4. p. 304-308. 2002.
9. TARI, C., GENCKAL, H., TOKATLI, F. Optimization of a growth medium using a statistical approach for the production of an alkaline protease from a newly isolated *Bacillus* sp. L 21. ***Process Biochem.***, 2006, v. 41, p. 659–665.
10. GRAND VIEW RESEARCH, I. Global Enzymes Market By Product (Carbohydrase, Proteases, Lipases, Polymerases e Nucleases) Expected to Reach USD 7,652.0 Million by 2020 2014.
11. ELLIS, M.B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes.* England. Common wealth Mycological Institute, Kew, 608p.
12. ELLIS, M.B. 1976. *More Dematiaceous Hyphomycetes.* Common wealth Mycological Institute, Kew, 507p.
13. DOMSCH, K.H., GAMS, W., ANDERSON, T.H. 1993. *Compendium of soil fungi.* Verlag: IHW, 1264p.
14. KIRK, P.M., COOPER, J. 2005 *Index Fungorum – Authors of Fungal Names.* Disponível em: <<http://www.indexfungorum.org/>> Acesso em: 09 de Setembro 2015.
15. Mello, F.E.; Silva, H.P.; Gomes, G. C.; Lopes, I.O.N.; Balbi-Peña, M.I.; Godoy, C.V. Crescimento micelial radial e esporulação de isolados de *Corynespora cassiicola*. *Summa Phytopathologica*, v.44, n.4, p.374-379, 2018.
16. SOUZA, Thayana, et. al. **Análise Quantitativa da Produção de Proteases por *Aspergillus* spp e *Penicillium* spp da Coleção de Fungos da Amazônia – CFAM/FIOCRUZ- AM em Diferentes Condições de Cultivo.** *Scientia Amazonia*, v.4, n.2, 107-113, 2015.
17. NASCIMENTO, C.; SANTOS, V.; ANDRADE, M. ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE PROTEASE E LIPASE POR FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS DO FRUTO DA MACAÚBA (*ACROCOMIA ACULEATA* (JACQ) LOOD. EX MART). [s.l.: s.n.]. Disponível em:



<<https://pdfs.semanticscholar.org/a75f/7abf80f83190985e9567f272662b1059442f.pdf>>.

18. SOUZA, H. Q. DE; OLIVEIRA, L. A. DE; ANDRADE, J. S. Seleção de Basidiomycetes da Amazônia para produção de enzimas de interesse biotecnológico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, p. 116–124, dez. 2008.
19. LACAZ, C.S.; PORTO, E.; MARTINS, J.E.C.; HEINS-VACCARI, E.M. & TAKAHASHI DE MELO, N. *Tratado de Micologia médica; Prefácio: Bertrand Dupont*. 9. ed. São Paulo, Sarvier, 2002. 1104p. ilus. ISBN 85-7378-123-8.

SISGEN: A596786

ISBN 978-658506213-8



9

786585

062138

