**Organizadores:**
*Gerla Castello Branco Chinalate*
*Krause Gonçalves Silveira Albuquerque*
*Keila Priscila do Nascimento*
*Alberto Einstein Pereira de Araujo*
*João Pedro Ferreira*
*Adamirely Bezerra de Melo*

# INOVAÇÃO E INTERDISCIPLINARIDADE NAS CIÊNCIAS DE ALIMENTOS

## VOL. 2

TROPPO
Editora e Eventos

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

Inovação e interdisciplinaridade nas ciências de alimentos [livro eletrônico] : vol. 2 / organizadores Gerla Castello Branco Chinelate ...[et al.]. -- Recife, PE : TROPPO Editora & Eventos, 2026.
PDF

Outros organizadores: Krause Gonçalves Silveira Albuquerque, Keila Priscila do Nascimento, Alberto Einstein Pereira de Araujo, João Pedro Ferreira, Adamirely Bezerra de Melo.
Vários autores.
Vários colaboradores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-978743-2-3

1. Alimentos - Indústria e comércio 2. Inovação - Processos e modelos 3. Qualidade - Controle 4. Segurança alimentar 5. Sustentabilidade 6. Tecnologia de alimentos I. Chinelate, Gerla Castello Branco. II. Albuquerque, Krause Gonçalves Silveira. III. Nascimento, Keila Priscila do. IV. Araujo, Alberto Einstein Pereira de. V. Ferreira, João Pedro. VI. Melo, Adamirely Bezerra de.

26-338115.0 CDD-664

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Segurança alimentar : Tecnologia de alimentos 664

Camila Aparecida Rodrigues - Bibliotecária CRB - SP-010133/O

https://doi.org/10.65747/conali2025v2

PEER REVIEW

OPEN ACCESS

ISBN: 978-65-978743-2-3

**ORGANIZADORES:**

Gerla Castello Branco Chinelate
Krause Gonçalves Silveira Albuquerque
Keila Priscila do Nascimento
Alberto Einstein Pereira de Araujo
João Pedro Ferreira
Adamirely Bezerra De Melo

**CONSELHO EDITORIAL:**

**Editor Chefe:**
Alberto Einstein Pereira de Araujo

**Coordenadora Executiva:**
Gerla Castello Branco Chinelate

**Conselho:**
Keila Priscila do Nascimento
Cybelle Pereira de Oliveira
Edvane Borges da Silva
Jaqueline dos Santos Silva Pinheiro Rodrigues
Jenyffer Medeiros Campos Guerra
João Batista Barbosa
João Pedro Ferreira
Jonas Luiz Almada da Silva
Krause Gonçalves Silveira Albuquerque
Liderlânio de Almeida Araújo
Neila Mello dos Santos Cortez Barbosa
Patrícia Beltrão Lessa Constant
Raimundo Bernadino Filho
Simone Vilela Talma

**MONITORES:**

Adamirely Bezerra de Melo
Augusto Vinícius da Silva Araújo
Cássia Jesyele Maciel dos Anjos
Diogo Marques da Silva
Eduarda Maria de Souza
Humberto Pessoa de Freitas
Jade Lima Silva
Jamilly de Souza Silva
Jara Nicácio de Araújo Gomes
José Rodrigo da Silva
João Vinícius Alves de Almeida
Karina Barbosa dos Santos
Keyvson Henrique Verissimo de Lima
Larissa Mylena Mendes Dias
Layane de Lima Bezerra
Lillyan Eduarda da Silva
Lucas Alves Marques
Tainara de Brito Dourado
Wesley Thiago da Silva Bezerra

**PALESTRANTES:**

Chiara Rego Barros
Danielle Alves da Silva Rios
Edvane Borges da Silva
Gabriele Gruska Benevides Prata
Gerla Castello Branco Chinelate
Hélen Maria Lima da Silva
João Henrique Fernandes Silva
Lorena Barbosa de Souza Almeida
Michelle Rayssa Pereira de Melo
Pedro Henrique Nascimento de Lima
Raimundo Bernadino Filho

**COMISSÃO CIENTÍFICA - AVALIADORES:**

Acenini Lima Balieiro
Artur Xavier Mesquita de Queiroga
Cybelle Pereira de Oliveira
Edvane Borges da Silva
Eric Batista Ferreira
Ewerton Clementino Diniz
Gabriely Ferraz Menezes Leite
Hélen Maria Lima da Silva
Ilsa Cunha Barbosa Vieira
Jaqueline dos Santos Silva Pinheiro Rodrigues
Jenyffer Medeiros Campos Guerra
João Batista Barbosa
João Luiz Crêspo Cavalcanti
João Pedro Ferreira
Jonas Luiz Almada da Silva
Júlio César da Silva Vieira
Kleiton Honorato Cavalcanti
Krause Gonçalves Silveira Albuquerque
Leandro José de Oliveira Mindelo
Liderlânio de Almeida Araújo
Mateus Ribeiro Costa
Mônica Correia Gonçalves
Neila Mello dos Santos Cortez Barbosa
Ninive Bezerra Flôrencio
Patrícia Beltrão Lessa Constant
Pedro César Andrade do Nascimento
Raimundo Bernadino Filho
Regina Maria Chaves Escorel Costa
Simone Vilela Talma
Sonara de França Sousa
Tâmara Lúcia dos Santos Silva
Thayná Habeck Lúcio Silva
Valquíria da Silva

## APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos o E-book Inovação e Interdisciplinaridade nas Ciências de Alimentos Vol. 1. Aqui o leitor irá encontrar uma série de trabalhos que unem inovação e ciência com temas com forte inserção na indústria. Os trabalhos apresentam uma diversidade de metodologias, contextos e níveis de pesquisa que caracterizam a ciência e a tecnologia de alimentos no Brasil. Eles representam não apenas um registro das atividades realizadas, mas também um instrumento de promoção do conhecimento científico, da interdisciplinaridade e da inovação. Esperamos que esta coletânea contribua para inspirar futuras pesquisas, fortalecer redes de colaboração e impulsionar soluções que atendam aos desafios contemporâneos do setor alimentício.

Agradecemos a todos os autores, avaliadores, palestrantes, instituições parceiras e patrocinadores. Boa leitura!

# SUMÁRIO

**APRESENTAÇÃO** . . . . . 4

**AVALIAÇÃO SENSORIAL E ACEITAÇÃO DE PRODUTOS LÁCTEOS FERMENTADOS COM KEFIR: DESENVOLVIMENTO DE QUEIJOS, BEBIDAS E SOBREMESAS** . . . . . 8

**BARRA DE CEREAL PREBIÓTICA: FORMULAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E ACEITABILIDADE** . . . . . 23

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE BEBIDA LÁCTEA FFERMENTADA CAPRINA COM POTENCIAL SIMBIÓTICO** . . . . . 41

**DESENVOLVIMENTO DA FARINHA ALIMENTÍCIA DE LICURI (Syagrus coronata)** . . . . . 52

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE SENSORIAL DE ANÁLOGO VEGETAL DE QUEIJO À BASE DE MANDIOCA COM ORA-PRO-NÓBIS E AQUAFABA** . . . . . 67

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BISCOITOS ENRIQUECIDOS COM FARINHA DE ORA-PRO-NÓBIS (Pereskia aculeata)** . 80

**ELABORAÇÃO DE DOCE DE LEITE COM ADIÇÃO DE FARINHA DA SEMENTE DE MORINGA (Moringa oleífera Lam)** . . . . . 96

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE BROWNIES FORMULADOS COM FARINHA DO BAGAÇO DE MALTE** . . . . . 119

**FARINHA DE SEMENTE DO ABACATE (Persea Americana Mill): CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ELABORAÇÃO DE COOKIES** . . . . 134

**FERMENTAÇÃO DE MOSTO CERVEJEIRO UTILIZANDO UMBU-CAJÁ (SPONDIAS SPP) COMO ADJUNTO DE MALTE** . . . . . 145

**FLORES COMESTÍVEIS E SEUS COMPOSTOS BIOATIVOS: POTENCIAL FUNCIONAL E APLICAÇÕES EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS** 156

**PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS DE SOBREMESA LÁCTEA TIPO UMBUZADA ELABORADA A PARTIR DO APROVEITAMENTO INTEGRAL DO UMBU (Spondias tuberosa Arr. Cam.)** . . . . . 168

**PROCESSAMANETO E ANÁLISE SENSORIAL DE BARRA DE CHOCOLATE DE CUPUAÇU (Theobroma grandiflorum) . . . . . 180**

**SORO DE QUEIJO EM DOCE DE LEITE PASTOSO: AVALIAÇÃO SENSORIAL PARA O APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DO COPRODUTO . 203**

**INOVAÇÃO AGROALIMENTAR COM CACAU COLOMBIANO: NOVOS PRODUTOS E APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DE SUBPRODUTOS . 216**

**POTENCIAL NUTRICIONAL DA BATATA-DOCE NA FORMULAÇÃO DE PÃO DE QUEIJO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS . . . . . 232**

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DO MELÃO AMARELO SUBMETIDO A TRATAMENTO COM CALDA BORDALESA E ÓLEO DE OITICICA . . . 242**

**DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGEM ATIVA À BASE DE ALGINATO E ÓLEO ESSENCIAL DE LARANJA PARA CONSERVAÇÃO DE QUEIJO MUÇARELA . . . . . 256**

**FILME BIOPOLIMÉRICO FLEXÍVEL COM NANOCOMPÓSITOS DE ÓXIDO DE CARBONO AMORFO HIDRATADO: PROPRIEDADE ÓPTICA E PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA . . . . . 273**

**USO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS INCORPORADOS COM ÓLEOS ESSENCIAIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA MANGA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA . . . . . 286**

**O PAPEL CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DAS FICHAS TÉCNICAS NA GASTRONOMIA BRASILEIRA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA . . . . . 302**

**ANÁLISE DA ROTULAGEM NUTRICIONAL DE PRODUTOS COM NECESSIDADE DE PREPARO PARA O CONSUMO . . . . . 314**

**APLICAÇÃO DE MALTODEXTRINA COMO COADJUVANTE TECNOLÓGICO EM SUCO FUNCIONAL DENOMINADO DETOX: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA . . . . . 324**

**IMPACTO DA MICROGRAVIDADE NA NUTRIÇÃO DOS ASTRONAUTAS DURANTE MISSÕES ESPACIAIS: UMA BREVE REVISÃO . . . . . 334**

**IMPACTO DA MICROGRAVIDADE NA NUTRIÇÃO DOS ASTRONAUTAS DURANTE MISSÕES ESPACIAIS: UMA BREVE REVISÃO . . . . . 350**

# EIXO TEMÁTICO

# DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS E ANÁLISE SENSORIAL DE ALIMENTOS

# AVALIAÇÃO SENSORIAL E ACEITAÇÃO DE PRODUTOS LÁCTEOS FERMENTADOS COM KEFIR: DESENVOLVIMENTO DE QUEIJOS, BEBIDAS E SOBREMESAS

# SENSORY EVALUATION AND ACCEPTANCE OF DAIRY PRODUCTS FERMENTED WITH KEFIR: DEVELOPMENT OF CHEESES, BEVERAGES AND DESSERTS

**DOI: 10.65747/conali2025v2c01**

**Thais dos Santos Guedes[1]; Simone Mazzutti[2]; Anny Kelly Vasconcelos de Oliveira Lima[3]; João Paulo Natalino de Sa[4]; Denise Ribeiro de Freitas[5]; Acenini Lima Balieiro[6]**

[1]Estudante do Curso de Bacharelado em Agroindústria - DEAGROS – UFS; [2]Docente/pesquisador do Depto de Agroindústria – DEAGROS – UFS; [3]Docente/pesquisador do Depto de Agroindústria – DEAGROS – UFS; [4]Docente/pesquisador do Depto de Agroindústria – DEAGROS – UFS; [5]Docente/pesquisador do Depto de Agroindústria – DEAGROS – UFS; [6]Docente/pesquisador do Depto de Agroindústria – DEAGROS – UFS;

Contato: thataguedes@academico.ufs.br

**Resumo**: O crescente interesse por uma alimentação saudável tem impulsionado o desenvolvimento e avaliação de produtos funcionais, como o kefir, uma bebida fermentada composta por uma simbiose de leveduras e bactérias benéficas ao intestino. Este estudo teve como objetivo, incorporar o kefir de leite em receitas tradicionais e regionais, como iogurte sabor maracujá, bebida láctea sabor cacau em pó, queijo com pimenta rosa e cream cheese com orégano, avaliando seu desempenho sensorial com 60 provadores não treinados. Os grãos de kefir foram ativados em leite integral, fermentados, e os produtos elaborados conforme fichas técnicas padronizadas. A análise sensorial demonstrou alta aceitação dos produtos, com índices superiores a 87%. O queijo com pimenta rosa destacou-se em todos os atributos, especialmente cor, sabor e textura, atingindo índice de aceitação de 89,9%, seguido pelo iogurte de kefir sabor maracujá (88,0%). A bebida de kefir sabor cacau e o cream cheese com orégano também foram bem aceitos, embora esta última tenha recebido comentários sobre acidez elevada e aroma sutil. A intenção de compra acompanhou os resultados sensoriais, com maior interesse pelos produtos inovadores, sobretudo aqueles com pimenta rosa e maracujá. Os resultados indicam que o kefir pode ser utilizado com sucesso na inovação de preparações tradicionais, contribuindo para a oferta de alimentos funcionais de alto valor sensorial e boa aceitação pelos consumidores, alinhando-se às tendências de saúde e bem-estar.

**Palavras-chave:** análise sensorial; formulações funcionais; probióticos.

**Abstract:** The growing interest in healthy eating has driven the development and evaluation of functional products, such as kefir—a fermented beverage composed of a symbiosis of yeasts and bacteria that benefit the gut. This study aimed to incorporate milk kefir into traditional and regional recipes, including passion fruit-flavored yogurt, cocoa-flavored dairy beverage, pink pepper cheese, and oregano cream cheese, assessing their sensory performance with 60 untrained tasters. Kefir grains were activated in whole milk, fermented, and products were prepared according to

standardized technical sheets. Sensory analysis showed high product acceptance, with scores exceeding 87%. Pink pepper cheese stood out in all attributes, especially color, flavor, and texture, reaching an acceptance rate of 89.9%, followed by passion fruit-flavored kefir yogurt (88.0%). The cocoa-flavored kefir beverage and oregano cream cheese were also well accepted, although the latter received comments about its high acidity and subtle aroma. Purchase intention mirrored the sensory results, with greater interest in innovative products, especially those with pink pepper and passion fruit. The results indicate that kefir can be successfully employed in the innovation of traditional preparations, contributing to the supply of functional foods with high sensory value and strong consumer acceptance, in line with current health and wellness trends.

**Keywords:** sensory analysis; functional formulations; probiotics.

## INTRODUÇÃO

A busca por uma alimentação saudável está cada vez mais presente na sociedade moderna, e a priorização por alimentos nutritivos e funcionais nas dietas tem impulsionado pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos ou aprimoramento dos já existentes.

A alimentação saudável exerce influência significativa sobre a microbiota intestinal, e que uma dieta pobre em nutrientes pode levar a alterações na composição das bactérias intestinais, associando-se ao aumento de patologias e doenças intestinais. O conhecimento sobre essa relação é fundamental para traçar estratégias que visem melhorar a população de bactérias intestinais, promovendo a saúde geral do indivíduo (1).

Recentes estudos permitem conhecer alguns dos principais mecanismos de ação dos microrganismos probióticos e como exercem efeitos benéficos. Alguns mecanismos de ação têm sido listados para explicar os benefícios dos probióticos, tais como, imunomodulação, inibição da colonização de patógenos, estabilização da função barreira do intestino e modulação da microbiota humana (microbioma) (2). Diversas bactérias probióticas estabelecem contato direto com as células epiteliais do intestino, promovendo interações que estimulam a liberação de mediadores celulares. Esses mediadores facilitam a comunicação entre as células, contribuindo para a modulação e o fortalecimento da resposta imunológica no ambiente intestinal (3,4).

Alimentos ricos em probióticos têm sido cada vez mais explorados. Entre eles, destaca-se o kefir, uma bebida fermentada, que tradicionalmente é preparada por inoculação dos grãos de kefir em leite cru ou pasteurizado. Os grãos de kefir são descritos como uma associação simbiótica entre leveduras, bactérias ácido-láticas e bactérias ácido-acéticas, envoltas por uma matriz de polissacarídeos que promovem a fermentação e ajudam a regular o intestino (5).

Segundo a Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007, entende-se por kefir o produto cuja fermentação se realiza com cultivos ácido-lácticos elaborados com grãos de kefir, Lactobacillus kefir, espécies dos gêneros Leuconostoc, Lactococcus e Acetobacter, com produção de ácido láctico, etanol e dióxido de carbono. Os grãos de kefir são constituídos por leveduras fermentadoras de lactose (Kluyveromyces marxianus) e não fermentadoras de lactose (Saccharomyces omnisporus, S. cerevisiae e S. exiguus), *Lactobacillus casei, Bifidobacterium sp.* e *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus* (6).

Na bebida láctea kefir, cada microrganismo contribui para as características únicas dessa bebida, como, por exemplo, as bactérias láticas auxiliam na preservação do produto através da produção de ácido lático, acético, compostos microbianos e, também, às propriedades organolépticas ao produzir compostos voláteis como acetaldeído, expolissacarídeos e aminoácidos livres (7,8,9). As leveduras produzem etanol e dióxido de carbono que contribui para a sensação na boca (refrescância) e fornece um aroma particular ao produto, além de produzirem vitaminas do complexo B.

A crescente popularidade do kefir está diretamente associada ao seu reconhecido histórico de benefícios à saúde, incluindo propriedades antimicrobianas, anticancerígenas, hipocolesterolêmicas, redução da intolerância à lactose, além de promover melhorias no sistema imunológico e na saúde intestinal. Nos últimos anos, o interesse dos consumidores por produtos à base de kefir aumentou de forma significativa, impulsionando a realização de diversos estudos voltados ao aprimoramento da bebida tradicional. Como resultado, surgiram iniciativas para desenvolver produtos de maior valor agregado, incorporando a biomassa de culturas de kefir em diferentes alimentos, como queijos tipo feta, ricota, bebidas lácteas à base de soro de leite e fermentos para panificação (10).

Na área da nutrição, o desenvolvimento de novos produtos que agreguem características diferenciadas é um desafio, pois além da questão nutricional o aspecto sensorial é muito importante. A análise sensorial é um dos métodos mais importantes para a avaliação de um novo produto, pois é o aspecto mais observado pelo consumidor. A decisão de compra é tomada dependendo de características sensoriais como odor, sabor, textura e aparência. Conhecer as características que são esperadas pelo consumidor se torna uma ferramenta indispensável para atingir as expectativas dos consumidores e se sobressair sobre seus concorrentes (11,12).

A incorporação do kefir em receitas tradicionais representa uma tendência crescente na gastronomia moderna, motivada pelo interesse em alimentos funcionais e

probióticos. O kefir, devido ao seu perfil nutricional e propriedades probióticas, pode substituir diversos ingredientes convencionais, promovendo benefícios sensoriais e funcionais às preparações. Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo empregar o kefir de leite em receitas tradicionais e regionais, avaliando o desempenho sensorial das preparações resultantes.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas receitas tradicionais e regionais que pudesse ser reproduzida e diversificada com uso do kefir de leite. Dentre elas foram: iogurte de kefir sabor maracujá, bebida láctea sabor cacau em pó, queijo de kefir com pimenta rosa e cream cheese de kefir com orégano.

As formulações utilizando o kefir de leite foram desenvolvidas no Laboratório Multiusuário 3 da Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão, localizada em Nossa Senhora da Glória – SE. Para a elaboração dos produtos, utilizou-se leite pasteurizado padronizado, homogeneizado e condimentos adquiridos no comércio local e os grãos de kefir oriundos de uma manipulação familiar artesanal.

*Ativação dos grãos de kefir*

Os grãos de kefir foram ativados em leite UHT integral em recipiente de vidro sem tampa em temperatura ambiente. Foram adicionados 10g de kefir em 1L de leite. Em seguida, o conteúdo passou por fermentação aeróbia em 25°C por 24 horas. Após este processo, realizou-se a filtração, utilizando uma peneira plástica esterilizada, separando o kefir e os grãos de kefir (que foram inoculados ao leite novamente). Após a fermentação, mediu-se o pH do kefir que foi de 4,6 para elaboração das receitas tradicionais.

*Elaboração de receitas tradicionais utilizando o kefir*

No Quadro 1, está descrito como foram elaborados os produtos utilizando o kefir de leite.

**Quadro 1:** Formulações do iogurte de kefir sabor maracujá, bebida láctea sabor cacau em pó, queijo de kefir com pimenta rosa e cream cheese de kefir com orégano.

| Iogurte de kefir saborizado com maracujá | Bebida láctea de kefir sabor cacau em pó |
|---|---|
| Ingredientes:<br>50g de Grãos de kefir (reutilizados)<br>1 litro de leite fermentado (kefir)<br>300g de polpa de maracujá<br>200g de açúcar<br>Modo de Preparo: | Ingredientes:<br>50 gGrãos de kefir (reutilizado)<br>1 litro de leite integral<br>60g de cacau 32%<br>200g de açúcar<br>5ml de essência de baunilha |

| | |
|---|---|
| Separação dos Grãos:<br>Após a fermentação do leite, coe o leite fermentado utilizando uma peneira de plástico para separar os grãos de kefir. Reserve os grãos para futuras fermentações. Em um liquidificador, adicione o leite fermentado, a polpa de maracujá e o açúcar. Bata até que a mistura fique homogênea. Transfira a mistura para uma jarra e armazene sob refrigeração. Deixe o iogurte descansar na geladeira até o momento de servir, permitindo que o sabor se desenvolva. | Modo de Preparo:<br>Separação dos Grãos:<br>Após o processo de fermentação, coe o leite fermentado utilizando uma peneira de plástico para separar os grãos de kefir. Reserve os grãos para futuras fermentações. Deixe o leite de kefir dessorar por 12 horas para a obtenção do soro. Adicione o soro fermentado, 1 litro de leite integral, 60g de cacau 32%, 200g de açúcar e 5ml de essência de baunilha. Bata até que a mistura fique homogênea. Consumir após a refrigeração. |
| Queijo de Kefir Saborizado com Pimenta Rosa | Cream Cheese de Kefir Saborizado com Orégano |
| Ingredientes:<br>50g de grãos de kefir (reutilizado)<br>1 litro de leite fermentado (kefir)<br>4 litros de leite integral<br>2g de pimenta rosa<br>20g de sal<br>Modo de Preparo:<br>Separação dos Grãos:<br>Após o processo de fermentação, coe o leite fermentado utilizando uma peneira de plástico para separar os grãos de kefir. Reserve os grãos para reutilizá-los em futuras fermentações.<br>Inicialmente aquecer 4 litros de leite até 60°C, em seguida, adicione vagarosamente o leite fermentado (kefir), mexer devagar, desligar o fogo e adicionar 20g de sal. Deixe essa mistura repousar até que ocorra a coagulação. Após a coagulação, remova o excesso de soro, preparando o queijo para a próxima etapa. Adicionar a pimenta rosa macerada ao queijo, juntamente com 20g de sal, e misture bem para que os sabores se incorporem ao queijo. | Ingredientes:<br>50g de grãos de kefir (reutilizado)<br>1 litro de leite fermentado (kefir)<br>10g de orégano<br>10g de sal<br>Modo de Preparo:<br>Separação dos Grãos:<br>Após o período de fermentação, coe o leite fermentado utilizando uma peneira de plástico para separar os grãos de kefir. Reserve os grãos para reutilizá-los em fermentações futuras. Deixe o leite fermentado em um tecido de dessoragem por 12 horas para remover o excesso de soro e obter um coalho consistente. Após a dessoragem, adicione 10g de orégano e 10g de sal ao coalho. Homogeneize a mistura até obter uma textura cremosa. |

*Fichas técnicas*

Para cada receita elaborada foi confeccionada uma ficha técnica (Quadros 2, 3, 4 e 5) de preparação visando o controle dos ingredientes e das etapas executadas, a fim de se estabelecer uma padronização, contribuindo para execução das tarefas e a qualidade do produto acabado. A ficha técnica continha a quantidade de ingredientes utilizados na formulação, a medida, o custo unitário, custo total, custo por porção, rendimento e modo de preparo. No Quadro 1, observa-se a partir do kefir pronto, as receitas elaboradas como o Iogurte de Kefir Saborizado com Maracujá, Bebida Láctea

de Kefir Saborizado com Cacau em pó, Queijo de Kefir Saborizado com Pimenta Rosa e Cream Cheese de Kefir Saborizado com Orégano.

A adoção de fichas técnicas para as receitas desenvolvidas neste trabalho representa um importante avanço no controle dos processos produtivos e na padronização dos alimentos, especialmente em preparações inovadoras que substituem ingredientes convencionais por kefir.

**Quadro 2:** Ficha técnica do iogurte de kefir saborizado com maracujá.

| **FICHA TÉCNICA** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Iogurte de kefir saborizado com maracujá** | | | | |
| **INGREDIENTES** | **MEDIDA (Unidade Kg ou L)** | **EQUIVALENTE EM PESO** | **CUSTO UNI** | **CUSTO TOTAL** |
| Açúcar | 1kg | 200g | R$ 0,87 | R$ 4,35 |
| Leite | 2L | 2L | R$ 4,00 | R$ 4,00 |
| Polpa de maracujá | 300g | 300g | R$ 2,85 | R$ 8,55 |
| **RENDIMENTO** | | | | **2,5l** |
| **CUSTO** | | | | **R$ 16,90** |
| **PORÇÃO** | | | | **1 Porção** |
| **MODO DE PREPARO** | | | | |
| 1- Preparo da fermentação do leite | 3- Misturar os ingredientes secos com os 2L de leite fermentado | 5-Refrigerar | 6- Rende até 1 porção de 2.500L. | |
| 2-Pesar os ingredientes secos | 4- Adicionar a polpa de maracujá a mistura anterior | | | |

**Quadro 3:** Ficha técnica do iogurte de kefir saborizado com maracujá.

| **FICHA TÉCNICA** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Bebida láctea de kefir saborizado com cacau** | | | | |
| **INGREDIENTES** | **MEDIDA (Unidade Kg ou L)** | **EQUIVALENTE EM PESO** | **CUSTO UNI** | **CUSTO TOTAL** |
| Açúcar | 1kg | 200g | R$ 0,87 | R$ 4,35 |
| Leite | 2L | 2L | R$ 4,00 | R$ 4,00 |
| Cacau em pó 32% | 200g | 60g | R$ 1,79 | R$ 5,99 |
| Essência de baunilha | 30ml | 5ml | R$ 0,73 | R$ 4,39 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **RENDIMENTO** | | | | **1,9l** |
| **CUSTO** | | | | **R$ 18,73** |
| **PORÇÃO** | | | | **1 Porção** |
| **MODO DE PREPARO** | | | | |
| 1- Preparo do soro de kefir em 1L de leite | 3-Pesar os ingredientes secos | 5- Adicionar o soro de Kefir a mistura anterior | 7- Rende até 1 porção de 1.900L. | |
| 2-Em seguida reservar o soro | 4- Misturar os ingredientes secos com 1L de leite | 6-Refrigerar | | |

**Quadro 4:** Ficha técnica do queijo de kefir saborizado com pimenta rosa.

| **FICHA TÉCNICA** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Queijo de kefir saborizado com pimenta rosa** | | | | |
| **INGREDIENTES** | **MEDIDA (Unidade Kg ou L)** | **EQUIVALENTE EM PESO** | **CUSTO UNI** | **CUSTO TOTAL** |
| Leite | 5L | 5L | R$ 4,00 | R$ 12,00 |
| Pimenta rosa | 20g | 2g | R$ 0,22 | R$ 2,20 |
| Sal | 1kg | 20g | R$ 0,0378 | R$ 1,89 |
| **RENDIMENTO** | | | | **1,3 kg** |
| **CUSTO** | | | | **R$ 16,09** |
| **PORÇÃO** | | | | **1 Porção** |
| **MODO DE PREPARO** | | | | |
| 1- Preparo da fermentaçao com 1L de leite | 3- Maceração da pimenta rosa | 5- Dessoragem | 7- Rende até 1.339,26kg . | |
| 2-Mistura do leite fermentado com 4L de leite não fermentado | 4- Adição da pimenta macerada | 6-Refrigerar | | |

**Quadro 5:** Ficha técnica do cream cheese de Kefir Saborizado com orégano.

| **FICHA TÉCNICA** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Cream cheese de Kefir Saborizado com orégano** | | | | |
| **INGREDIENTES** | **MEDIDA (Unidade Kg ou L)** | **EQUIVALENTE EM PESO** | **CUSTO UNI** | **CUSTO TOTAL** |
| Leite | 2L | 2L | R$ 4,00 | R$ 4,00 |
| Orégano | 20g | 10g | R$ 0,675 | R$ 1,35 |
| Sal | 1kg | 10g | R$ 0,0189 | R$ 1,89 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **RENDIMENTO** | | | | **516,19g** |
| **CUSTO** | | | | **R$ 7,24** |
| **PORÇÃO** | | | | **1 Porção** |
| **MODO DE PREPARO** | | | | |
| 1- Preparo da fermentação | 3-Pesar os ingredientes secos | 5- Adicionar em um pote a mistura anterior | 7- Rende até 516,19g. | |
| 2-Dessoragem de 12h | 4- Misturar os ingredientes secos ao coalho | 6-Refrigerar | | |

*Análise sensorial*

O trabalho foi enviado ao comitê de ética e aceito sob o parecer 68734223.9.0000.5546 da Universidade Federal de Sergipe antes da realização da análise sensorial de aceitação. A análise foi conduzida por uma equipe de 60 provadores não treinados utilizando uma escala hedônica de nove pontos (-1 desgostei extremamente a 9- gostei extremamente), indicando o quanto gostaram ou desgostaram da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global do produto. As porções foram servidas em proporção de 30 mL para cada respectiva formulação em copos descartáveis, codificados com números aleatórios de três dígitos e apresentadas monodicamente de forma balanceada, acompanhadas com ficha de avaliação e água para limpeza do palato.

*Análise estatística*

Em relação aos resultados da análise sensorial, foram analisados através de Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey em nível de significância de 5% utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.6, comparando os resultados obtidos e avaliando a aceitação de cada formulação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 representada abaixo traz os valores hedônicos médios e o desvio padrão obtidos a partir de testes de aceitação sensorial de quatro produtos derivados de kefir: queijo com pimenta rosa, iogurte sabor maracujá, bebida láctea sabor cacau em pó, e cream cheese com orégano. Esses valores são representações quantitativas das percepções dos consumidores em relação aos atributos sensoriais cor, aroma, sabor, textura e impressão global de cada produto.

Tabela 1- Valores hedônicos (média ± desvio padrão) obtidos através do teste de aceitação com relação aos atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global das formulações de queijo de kefir com pimenta rosa, iogurte de kefir sabor maracujá, bebida láctea sabor cacau, cream cheese com orégano.

| **Atributos** | **Queijo com pimenta rosa** | **Iogurte de Kefir sabor maracujá** | **Bebida láctea sabor cacau** | **Cream cheese com orégano** |
|---|---|---|---|---|
| Cor | 7,7± 1,3$^{ab}$ | 7,56± 1,03$^{a}$ | 6,96±1,55$^{a}$ | 7,90±1,39$^{b}$ |
| Aroma | 8,0± 1,0$^{a}$ | 7,96± 0,98$^{a}$ | 7,93±1,19$^{a}$ | 6,98±1,91$^{a}$ |
| Sabor | 8,0± 1,2$^{a}$ | 7,24± 1,30$^{a}$ | 7,09±1,70$^{a}$ | 6,28±2,16$^{a}$ |
| Textura | 8,1± 0,9$^{a}$ | 6,91± 1,26$^{a}$ | 7,00±1,73$^{a}$ | 7,70±1,48$^{a}$ |
| Impressão global | 8,1± 1,0$^{a}$ | 7,55± 1,18$^{a}$ | 7,38±1,25$^{a}$ | 6,83±1,88$^{a}$ |
| Índice de aceitação (%) | 89,9 | 88,0 | 88,0 | 87,78 |

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A análise de variância (ANOVA) indicou que apenas o atributo cor apresentou diferença significativa entre os quatro produtos ($p < 0,05$). O teste de Tukey revelou que o cream cheese com orégano teve nota significativamente superior em cor (7,90 ± 1,39$^{b}$) em comparação à bebida láctea sabor cacau (6,96 ± 1,55$^{a}$), enquanto os demais produtos não diferiram significativamente entre si (Tabela 1). Para os atributos aroma, sabor, textura e impressão global, não foram observadas diferenças significativas, evidenciando uma aceitação sensorial semelhante entre as formulações.

Quanto a todos os atributos analisados sensorialmente, a cor do queijo com pimenta rosa (7,7 ± 1,3$^{a}$) e cream cheese com orégano (7,90 ± 1,39$^{b}$) receberam as maiores pontuações, sugerindo que esses produtos apresentaram uma aparência visualmente atraente para os consumidores. Enquanto que o iogurte sabor maracujá (7,56 ± 1,03$^{a}$) também teve uma boa aceitação, e a bebida láctea sabor cacau (6,96 ± 1,55$^{a}$) teve a menor pontuação nesse atributo, indicando uma possível insatisfação com a cor do produto.

Em relação ao aroma, o queijo com pimenta rosa (8,0 ± 1,0$^{a}$) apresentou o maior valor de aceitação para aroma, seguido de perto pelo iogurte sabor maracujá (7,96 ± 0,98$^{a}$) e pela bebida láctea sabor cacau (7,93 ± 1,19$^{a}$). O cream cheese com orégano (6,98 ± 1,91$^{a}$) teve a menor aceitação no atributo aroma, o que pode indicar que o perfil aromático do orégano não foi bem aceito ou que houve alguma outra característica menos agradável.

O queijo com pimenta rosa (8,0 ± 1,2$^{a}$) teve novamente a maior aceitação, sugerindo que o sabor foi um fator forte de aprovação. Já o cream cheese com orégano (6,28 ± 2,16$^{a}$) apresentou a menor média para o sabor, com um desvio padrão elevado, indicando uma variabilidade significativa na percepção de sabor entre os provadores.

Esse dado pode sugerir que o sabor do orégano foi polarizador, agradando muito a alguns e desagradando a outros.

Para o atributo textura, o queijo com pimenta rosa (8,1 ± 0,9ª) se destacou na aceitação, indicando que a consistência e a sensação na boca foram agradáveis para a maioria dos consumidores. O iogurte sabor maracujá (6,91 ± 1,26ª) teve a menor pontuação nesse atributo, sugerindo que a textura pode ter sido menos satisfatória, possivelmente devido a aspectos como consistência ou sensação de particulado.

Na impressão global, novamente, o queijo com pimenta rosa (8,1 ± 1,0ª) obteve a melhor avaliação, consolidando-se como o produto mais aceito entre os avaliados. O cream cheese com orégano (6,83 ± 1,88ª) teve a menor pontuação na impressão global, refletindo a combinação de suas avaliações mais baixas em aroma, sabor e textura.

O índice de aceitação é um indicador crucial de sucesso do produto. Embora todos os produtos tenham tido uma aceitação relativamente alta, o queijo com pimenta rosa (89,9%) se destacou como o mais aceito. O cream cheese com orégano (87,78%), apesar de ser o menos aceito, ainda apresentou um índice relativamente alto, o que indica que, embora tenha pontos de melhoria, o produto ainda é bem recebido.

Os resultados para o teste de aceitação por escala hedônica se encontram na região de aceitação com escores entre 7 (gostei moderadamente) e 8 (gostei muito) para todos os atributos em todas as formulações.

No estudo de (13), amostras de kefir adoçado com diferentes tipos de açúcar apresentaram escores médios entre 5,03 e 8,45 para os atributos de aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, dependendo da formulação. Os autores destacam que atributos como acidez e textura podem influenciar a aceitabilidade, reforçando a importância de ajustar a formulação de acordo com a preferência do público-alvo. Em linhas gerais, kefir e derivados tendem a obter aceitação sensorial satisfatória com valores acima de 7 (“gostei moderadamente” a “gostei muito”).

Quanto a avaliação da aceitabilidade dos produtos elaboradas observou-se que as formulações obtiveram uma boa aceitação, alcançando valores acima de 70%, sendo este o menor percentual requerido para indicar o nível de aceitabilidade do produto.

No presente estudo foi visto que de acordo com a Tabela 1, a formulação com maior índice de aceitação foi o queijo de Kefir com pimenta rosa com 89,9%, sendo o mesmo aceito pelos avaliadores com notas de "gostei muito", em seguida, o iogurte de Kefir sabor maracujá com 88,0%, sendo sua aceitação empatada com a bebida láctea sabor cacau com os mesmos 88,0%. Já o de menor valor, mas ainda tendo uma ótima aceitação foi cream cheese com orégano com 87,78%, que de acordo com as fichas técnicas disponibilizadas durante a análise sensorial, comentários deixados pelos

participantes citava o desgosto com a acidez acentuada que o produto apresentou e seu aroma considerado sutil demasiadamente.

A literatura enfatiza que a acidez excessiva é um ponto crítico a ser monitorado, pois pode afetar negativamente a impressão global e atributos como sabor e textura, corroborando a observação feita nos resultados referentes ao cream cheese com orégano e bebidas mais ácidas. Estudos mostram que aprimoramentos no controle de pH e otimização do processo fermentativo são essenciais para maximizar a aceitação (14, 15). Por outro lado, trabalhos brasileiros também confirmam elevada aceitabilidade de produtos à base de kefir mesmo entre consumidores não habituados com essa matriz, indicando potencial de expansão comercial mesmo em mercados emergentes (16).

Em trabalho similar, (17) descreveu sobre sua formulação de bebida fermentada a base de Kefir sabor cajá, informando que os atributos sabor, textura e impressão global alcançaram índices menores de 70%. Os resultados para o atributo sabor pode ter sido influenciado pelo sabor ácido da bebida, visto que o produto apresentou em média pH de 3,74 e acidez de 0,92%. Com isso nota-se que produtos de acidez elevada sobremaneira não se tem uma boa aceitação.

A aceitação sensorial dos produtos derivados de kefir desenvolvidos neste estudo foi comparada com os achados recentes da literatura científica sobre alimentos fermentados à base de kefir, tanto no contexto nacional quanto internacional. Observa-se no Quadro 6, os principais resultados e pontos-chave das publicações analisadas.

**Quadro 6** - Levantamento dos artigos nacionais e internacionais sobre produtos elaborados com kefir.

| **Produto/Estudo** | **Aceitação Sensorial (Escala Hedônica ou %)** | **Fatores Críticos Observados** |
|---|---|---|
| Produtos deste estudo (queijo, iogurte, bebida, cream cheese de kefir) | >87% (acima de 7) | Acidez, textura, sabor, aroma |
| Manteiga fermentada com kefir (18) | 7,6 | Umidade elevada, acidez |
| Kefir adoçado (13) | 5,03–8,45 | Tipo de açúcar, textura |
| Produtos brasileiros à base de kefir (16) | Alta aceitação | Adaptação regional, familiaridade cultural |

*Intenção de compra*

Este estudo traz dados importantes demonstrando que estes produtos apresentam boa aceitação e sua produção pode ser estimulada e incentivada. Como mostra os gráficos a seguir:

Figura 1: Intenção de compra de queijo de kefir saborizado com pimenta rosa.

Figura 2: Intenção de compra do iogurte de kefir saborizada com maracujá.

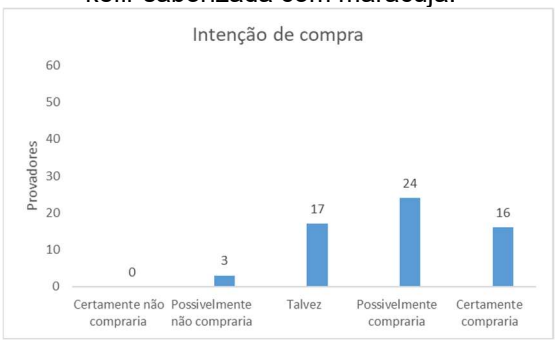



Figura 3: Intenção de compra da bebida láctea fermentada saborizada com cacau em pó.

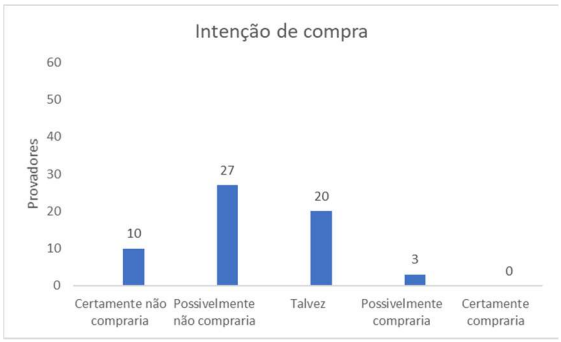
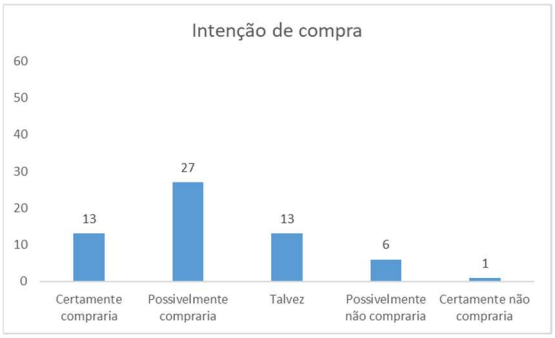



Figura 4: Intenção de compra do Cream cheese com orégano.




Trabalhado a intenção de compra das formulações analisadas, foi visto que a com melhor intenção de compra foi a do queijo de kefir saborizado com pimenta rosa, que de 60 avaliadores 38 marcaram que "certamente compraria" e 14 que "possivelmente compraria", seguido do iogurte de kefir saborizada com maracujá que dos 60 avaliadores, 16 marcaram que "certamente compraria" e 24 que "possivelmente compraria".

O de menor valor de intenção de compra ficou a bebida láctea de soro de kefir sabor cacau com apenas 3 dos 60 avaliadores marcando o "possivelmente compraria", acompanhando os comentários deixado, esperava-se pelos avaliadores uma tonalidade mais escura do cacau e uma textura cremosa, o que não foi ofertado nessa formulação o que possivelmente ocasionou essa nota.

Observou-se nesse estudo, que produtos com pimenta rosa podem atrair consumidores que buscam sabores diferenciados e uma experiência sensorial mais sofisticada. Estudos sugerem que a pimenta rosa, apesar de seu sabor suave, adiciona um elemento exótico ao produto, o que pode aumentar a intenção de compra entre consumidores que apreciam produtos gourmet.

A intenção de compra dos produtos apresentados provavelmente está influenciada por uma combinação de fatores sensoriais, nutricionais e de mercado. A escolha de ingredientes como a pimenta rosa e o maracujá, além do uso do kefir, que é valorizado por suas propriedades probióticas, alinha-se com as tendências atuais de consumo voltadas para saúde e bem-estar. A análise dos dados de intenção de compra deve considerar essas variáveis para um entendimento mais profundo do comportamento do consumidor.

## CONCLUSÕES

Entende-se que a elaboração de formulações a base de leite de Kefir tem uma grande tendência ao consumo no mercado, onde todas as formulações tiveram um índice de aceitação com valor acima de 80%, trazendo como destaque principal duas das formulações sendo as mais aceitas na análise sensorial e intenção de compra realizada no Campus do Sertão (Nossa Senhora da Glória-se), sendo elas o queijo de kefir saborizado com pimenta rosa e o iogurte de kefir saborizado com maracujá. Observando ainda que para as bebidas lácteas os consumidores prezam para uma maior viscosidade.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Pesquisa (COPES) da Universidade Federal de Sergipe pelo suporte financeiro.

## REFERÊNCIAS

1. Sanders ME, Merenstein DJ, Reid G, Gibson GR, Rastall RA. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2019;16(10):605–16.

2. De Paula JA, Vinderola G, Weill R. Probióticos, su impacto en la nutrición y la salud: una visión desde el Cono Sur. Rocamora: Latingráfica; 2018.

3. Kim DH, Jeong D, Kang IB, Lim HW, Cho Y, Seo KH. Modulation of the intestinal microbiota of dogs by kefir as a functional dairy product. J Dairy Sci. 2019;102(5):3903-3911.

4. Ferrari A, Vinderola G, Weill R. Alimentos fermentados: microbiología, nutrición, salud y cultura. 1. ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Danone del Cono Sur; 2020.

5. Cabral NSM, Silva AAM. Influência da concentração de grãos de kefir sobre as características físico-químicas e microbiológicas de uma bebida probiótica. In: Congresso Brasileiro de Nutrição; Congresso Ibero-americano de Nutrição, 22., 5., 2014, Vitória. Revista da Associação Brasileira de Nutrição. 2014;6:1583-4.

6. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Fermentados. Diário Oficial da União. 2021.

7. Dias PA, Rosa JV, Tejada TS, Timm CD. Antimicrobial properties of kefir. Arq Inst Biol. 2016;85:1-5, e0762013.

8. Santini G, Bonazza F, Pucciarelli S, Polidori P, Ricciutelli M, Klimanova Y, et al. Proteomic characterization of kefir milk by two-dimensional electrophoresis followed by mass spectrometry. J Mass Spectrom. 2020;55(11):e4635.

9. Yousefvand A, Huang X, Zarei M, Saris PEJ. Lacticaseibacillus rhamnosus GG Survival and Quality Parameters in Kefir Produced from Kefir Grains and Natural Kefir Starter Culture. Foods. 2022;11(4):523.

10. Awaisheh S, Obeidat M, Al-Tamimi H, Assaf AM. In vitro cytotoxic activity of probiotic bacterial cell extracts against Caco-2 and HRT-18 colorectal cancer cells. Food Processing. 2016;69:27–31.

11. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. Curitiba: Editora Champagnat; 2013.

12. Stone H, Sidel JL. Descriptive analysis. In: Stone H, Sidel JL, editors. Sensory Evaluation Practices. London: Academic Press; 1985. p. 202-226.

13. Larosa CP, Balthazar CF, Guimarães JT, Rocha RS, Silva R, Pimentel TC, et al. Sheep milk kefir sweetened with different sugars: Sensory acceptance and consumer emotion profiling. J Dairy Sci. 2021;104(1):295-300.

14. Li X, Zhao Z, Shi S, Li D, Sang Y, Wang P, et al. Flavor properties of post-heated fermented milk revealed by a comprehensive analysis based on volatile and non-volatile metabolites and sensory evaluation. Curr Res Food Sci. 2024;9:100892.

15. Damjanovska GE, Kalevska T, Dimitrovska G, Gajdoš K, JGK. Sensory and pH evaluations of novel varieties of kefir. Horizons - Int Sci J. 2023;1(1):77–90.

16. Silva MSB, Okura MH. Kefir-based products developed and studied in Brazil. Research, Society and Development. 2021;10(7):e19010716491.

17. Moura K, Jesus DS, Silva Chaves K. Desenvolvimento de bebida fermentada de kefir sabor cajá – caracterização físico-química, microbiológica e avaliação sensorial. Rev Panorâmica Online. 2023;38(1).

18. Vellido MJ, Pecanha BES, Balthazar CF, Silveira MR, Vieira AH. Sensory evaluation of butter produced with probiotic kefir granules. Int J Dairy Technol. 2025;78(1):109-116.

# BARRA DE CEREAL PREBIÓTICA: FORMULAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E ACEITABILIDADE

# PREBIOTIC CEREAL BAR: FORMULATION, NUTRITIONAL CHARACTERIZATION, AND ACCEPTABILITY

**DOI: 10.65747/conali2025v2c02**

**Bruna Boiron Leal Abreu[1]; Letícia Borges Carvalho[2]; Mariana Miranda de Oliveira[3]; Adriana Barboza Alves[4]; Renata Campolim Camargo[5]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UEMG; [2]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UEMG; [3]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UEMG; [4]Pesquisadora do Dept. de Ciências Agrárias – UEMG; [5]Docente /pesquisador do Dept. de Ciências Agrárias – UEMG;

Contato: bruna.242100018@discente.uemg.br

**Resumo:** O interesse por alimentos funcionais tem crescido devido às mudanças nos hábitos de vida e aumento de doenças crônicas não transmissíveis. Nesse contexto, as barras de cereais com ingredientes bioativos, como a inulina, surgem como alternativas práticas e nutricionalmente relevantes. A inulina, fibra solúvel com efeito prebiótico, contribui para a modulação da microbiota intestinal, aumento de bactérias benéficas e melhora de parâmetros metabólicos, incluindo controle glicêmico, perfil lipídico e saciedade. Este estudo teve como objetivo desenvolver uma barra de cereal funcional, enriquecida com inulina, *cranberry*, tâmaras, castanhas e sementes de linhaça, isenta de açúcares refinados e conservantes artificiais, alinhada ao conceito *clean label*. A formulação elaborada visando textura, sabor e propriedades funcionais, assegurando a quantidade mínima de inulina necessária para alegações prebióticas. O processo de fabricação envolveu seleção, higienização, fragmentação, mistura, forneamento e resfriamento, garantindo qualidade microbiológica e sensorial. O produto foi submetido a teste de aceitabilidade sensorial com 60 avaliadores, utilizando escala hedônica de nove pontos, e apresentou elevada aprovação em todos os atributos avaliados, com aceitação global de 91%. A composição nutricional estimada, calculada a partir da formulação, indicou 16,6 g de fibras por 100 g, das quais 11 g correspondem à inulina, permitindo alegações de fonte de fibras e ação prebiótica, em conformidade com a regulamentação da ANVISA. Os resultados demonstram que a barra de cereal funcional com inulina é sensorialmente atrativa, tecnologicamente viável, nutricionalmente equilibrada e legalmente adequada, oferecendo benefícios à saúde intestinal e alinhando-se às tendências de consumo de alimentos saudáveis, práticos e sustentáveis.

**Palavras–chave:** alimentos funcionais; barra de cereal; inulina; fibras dietéticas; saúde intestinal.

**Abstract:** Interest in functional foods has grown due to lifestyle changes and the rising prevalence of non-communicable chronic diseases. In this context, cereal bars containing bioactive ingredients, such as inulin, represent practical and nutritionally relevant alternatives. Inulin, a soluble fiber with prebiotic effects, contributes to gut microbiota modulation, increases beneficial bacteria, and improves metabolic parameters, including glycemic control, lipid profile, and satiety. This study aimed to develop a functional cereal bar enriched with inulin, cranberry, dates, nuts, and flax seeds, free from refined sugars and artificial preservatives, aligned with the clean label

concept. The formulation was designed to optimize texture, flavor, and functional properties, ensuring the minimum amount of inulin required for prebiotic claims. The manufacturing process included selection, sanitization, fragmentation, mixing, baking, and cooling, ensuring microbiological safety and sensory quality. Sensory acceptability was evaluated by 60 panelists using a nine-point hedonic scale, yielding high approval across all attributes and an overall acceptance of 91%. The estimated nutritional composition indicated 16.6 g of fiber per 100 g, including 11 g of inulin, supporting claims of fiber source and prebiotic activity in accordance with ANVISA regulations. These results demonstrate that the functional cereal bar is sensorially appealing, technologically feasible, nutritionally balanced, and legally compliant, providing gut health benefits while aligning with trends in healthy, convenient, and sustainable foods.

**Keywords:** functional foods; cereal bar; inulin; dietary fiber; gut health.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem-se intensificado o interesse da população e da comunidade científica por alimentos com propriedades funcionais, capazes de exercer efeitos benéficos à saúde além da sua função nutricional básica. Esse movimento está associado a mudanças no estilo de vida e ao aumento da incidência de doenças crônicas não transmissíveis, como obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares, as quais têm estimulado a adoção de práticas alimentares mais saudáveis (1). A sociedade contemporânea busca produtos que conciliem conveniência, qualidade sensorial e valor nutricional, impulsionando a inovação na indústria de alimentos. Nesse contexto, os alimentos funcionais — definidos como aqueles que, além de nutrir, contribuem para a prevenção de enfermidades e a promoção do bem-estar — passaram a ocupar posição de destaque tanto nas prateleiras quanto no escopo de pesquisas científicas multidisciplinares (2). O desenvolvimento de novos produtos funcionais, especialmente aqueles à base de ingredientes naturais, representa uma estratégia promissora para atender às demandas do consumidor moderno e agregar valor à cadeia produtiva alimentar (3-4).

Entre os diversos produtos que se destacam no segmento de alimentos funcionais, as barras de cereais emergem como uma opção amplamente preferida por consumidores que buscam praticidade aliada a um perfil nutricional balanceado. Devido à sua portabilidade, palatabilidade e versatilidade, essas barras consolidaram-se como alternativas convenientes para lanches rápidos e nutricionalmente equilibrados. A competitividade neste mercado está associada à incorporação de ingredientes que proporcionem benefícios nutricionais efetivos, com ênfase especial em compostos bioativos, como a inulina, reconhecida por suas propriedades prebióticas e efeitos positivos na saúde gastrointestinal (5-6).

A inulina é uma fibra alimentar solúvel pertencente ao grupo dos frutanos, naturalmente encontrada em diversas plantas, como chicória, alho, cebola e alcachofra. Classificada como prebiótico, trata-se de um carboidrato não digerível que atua como substrato seletivo para o crescimento de microrganismos benéficos no trato digestivo humano, contribuindo para a modulação da microbiota e o fortalecimento da barreira intestinal (3). Estudos conduzidos por Reimer et al. (7) evidenciaram que o consumo de barras enriquecidas com inulina promove uma modulação positiva da microbiota, especialmente pelo aumento da abundância de *Bifidobacterium* em indivíduos com ingestão reduzida de fibras. Adicionalmente, uma meta-análise realizada por Nagy et al. (8) demonstrou que frutanos do tipo inulina, derivados da chicória, melhoram significativamente a função intestinal, elevando a população de bactérias benéficas, o que reforça seu potencial como ingrediente funcional para promoção da saúde gastrointestinal.

Além disso, conforme o consenso da *International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics* (ISAPP), os frutanos do tipo inulina (ITF), incluindo a inulina e a oligofrutose, são oficialmente reconhecidos como fibras prebióticas, definidas como substratos seletivamente fermentados por microrganismos benéficos do hospedeiro, conferindo efeitos positivos à saúde. Esses compostos promovem a modulação da microbiota intestinal, estimulando o crescimento de populações bacterianas benéficas, como *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, e influenciam positivamente diversos parâmetros metabólicos, incluindo a regulação glicêmica, o metabolismo lipídico e o controle da saciedade (9). Nesse contexto, Healey et al. (10) evidenciaram que indivíduos com ingestão habitual reduzida de fibras apresentaram aumento significativo na abundância de bifidobactérias após intervenções de curta duração com consumo de ITF.

Além dos efeitos sobre a saúde intestinal, a inulina também apresenta potencial clínico em diversas frentes metabólicas. Estudos recentes apontam sua atuação na redução de colesterol total, LDL e triglicerídeos, bem como efeitos positivos na resposta glicêmica e no controle do apetite (11). Astudillo-López et al. (12) demonstraram, por meio de ensaios clínicos controlados, a contribuição da inulina para a melhora da sensibilidade à insulina e do perfil lipídico em adultos. Kolida, Meyer e Gibson (13) reforçam que doses moderadas desse prebiótico exercem efeito bifidogênico sem provocar desconfortos gastrointestinais, assegurando sua aplicabilidade segura em produtos funcionais. Além disso, estudos indicam que o consumo regular de inulina pode contribuir para a modulação do sistema imunológico e para a saúde óssea, por meio da produção de ácidos graxos de cadeia curta e melhor absorção mineral (14).

A escolha pelo desenvolvimento deste tipo de produto alinha-se às tendências crescentes do mercado brasileiro, especialmente entre jovens adultos, indivíduos fisicamente ativos e pessoas com restrições alimentares, que demonstram maior interesse por alimentos saudáveis, funcionais e sustentáveis. Esses consumidores valorizam formulações práticas, nutricionalmente equilibradas e com apelo clean label, impulsionando a demanda por produtos que aliem inovação tecnológica e benefícios à saúde.

Este estudo tem como objetivo desenvolver uma barra de cereal com ação prebiótica, utilizando a inulina como ingrediente funcional principal, associada a componentes de elevado valor nutricional e antioxidante, como cranberry, tâmara, sementes de linhaça e castanhas. A formulação proposta é isenta de açúcares refinados e conservantes artificiais, sendo adoçada com xarope de tâmara e calda de agave, caracterizando-se como um produto clean label. Busca-se, com isso, oferecer uma alternativa alimentar prática, segura e tecnologicamente viável, capaz de promover a saúde intestinal e contribuir para a modulação positiva da microbiota, atendendo às demandas por alimentos funcionais e sustentáveis no mercado atual.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matérias-primas

A formulação da barra de cereal funcional foi elaborada com base na seleção criteriosa de ingredientes reconhecidos por seu elevado valor nutricional e propriedades funcionais. Foram incorporados à matriz alimentar flocos de aveia, *cranberry* desidratado, tâmaras, castanhas (castanha de caju, castanha-do-pará, amêndoas e nozes), sementes de linhaça, inulina em pó, xarope de tâmara e calda de agave. A composição visou não apenas ampliar o teor de fibras, antioxidantes, ácidos graxos insaturados e compostos prebióticos, como também atender à demanda crescente por alimentos naturais, isentos de aditivos artificiais e alinhados ao conceito de clean label. (15).

A aveia em flocos destaca-se por seu elevado teor de fibras solúveis, especialmente β-glucanas, cuja ingestão tem sido amplamente associada à redução dos níveis de colesterol LDL, à melhora no controle glicêmico e ao aumento da sensação de saciedade. Esses efeitos são atribuídos à capacidade das β-glucanas de retardar o esvaziamento gástrico e formar uma matriz gelatinosa no trato gastrointestinal, promovendo efeitos fisiológicos benéficos. Estudos conduzidos com cultivares

brasileiros reportam variações no teor total de fibra alimentar entre 9,6% e 13,9%, enquanto os teores de β-glucanas situam-se aproximadamente entre 3,0% e 4,1% (16-17). Além dos benefícios nutricionais, a incorporação da aveia em barras de cereal contribui para a melhoria do perfil sensorial, proporcionando textura adequada e equilíbrio energético ao produto final.

O *cranberry d*esidratado é rico em diversos compostos bioativos, incluindo polifenóis, proantocianidinas e flavonoides, que conferem elevadas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. Esses compostos exercem ação preventiva significativa contra infecções do trato urinário, inibindo a adesão de bactérias patogênicas, especialmente Escherichia coli, à mucosa urinária, o que contribui para a redução do risco de cistites e infecções recorrentes (18). Adicionalmente, o *cranberry* apresenta um aporte relevante de fibras dietéticas, que promovem o trânsito intestinal e auxiliam na modulação da microbiota intestinal. A presença de açúcares naturais também fornece energia, características que reforçam sua aplicação em alimentos funcionais, como barras de cereais.

As tâmaras atuam como adoçante natural, fornecendo frutose, fibras dietéticas e micronutrientes essenciais, tais como minerais e compostos bioativos. Além de seu valor nutricional, contribuem para a coesão da matriz alimentar e melhoram a textura do produto final. A doçura inerente das tâmaras permite a redução do uso de açúcares refinados adicionados, preservando um perfil sensorial agradável e promovendo características funcionais benéficas ao alimento (19).

As castanhas, como a castanha de caju, castanha-do-Pará, amêndoas e nozes, são alimentos ricos em ácidos graxos insaturados, proteínas de alto valor biológico, minerais essenciais (magnésio, zinco e selênio) e compostos bioativos com propriedades antioxidantes. Além de contribuírem com textura crocante e sabor agradável em preparações alimentares, esses frutos oleaginosos agregam valor nutricional, promovem maior sensação de saciedade e auxiliam na modulação do metabolismo lipídico. As gorduras insaturadas presentes nas castanhas também favorecem a absorção de compostos fenólicos e de vitaminas lipossolúveis, como as vitaminas A, D, E e K, potencializando seus efeitos benéficos à saúde (20).

A incorporação de sementes de linhaça em barras de cereais agrega valor nutricional e funcional ao produto. Fonte de fibras alimentares, ômega-3 (ácido alfa-linolênico – ALA) e lignanas, a linhaça contribui para a saúde intestinal, o controle glicêmico e a modulação inflamatória (21-22). Além disso, sua mucilagem atua como agente de liga natural, favorecendo a coesão da massa e a textura da barra (23). A

semente pode ser utilizada in natura (inteira ou moída) em concentrações entre 5% e 15% da formulação, mantendo estabilidade sensorial e boa aceitabilidade.

Os xaropes de tâmaras e de agave são adoçantes naturais líquidos que, além de sabor doce, contribuem tecnologicamente ao promoverem coesão entre os ingredientes e equilíbrio de umidade nas formulações. O xarope de tâmaras contém açúcares simples, minerais (potássio e magnésio) e compostos fenólicos com ação antioxidante, além de apresentar baixo índice glicêmico (24-25).

O xarope de agave, por sua vez, é rico em frutanos, que possuem efeito prebiótico e ajudam no controle glicêmico, além de favorecerem o crescimento de bactérias benéficas no intestino (26).

**Formulação da barra de cereal**

A formulação dos ingredientes, conforme demonstrado na Tabela 1, foi cuidadosamente elaborada com o objetivo de proporcionar uma textura equilibrada entre maciez e crocância, além de um perfil sensorial agradável. Paralelamente, buscou-se assegurar uma quantidade funcional de inulina, considerada um prebiótico com reconhecida capacidade de modular positivamente a microbiota intestinal. Especificamente, a inulina é capaz de promover o chamado efeito bifidogênico, caracterizado pelo estímulo seletivo do crescimento de bactérias benéficas do gênero *Bifidobacterium* no cólon. Uma meta-análise recente demonstrou que a ingestão de inulina tipo chicória, em doses entre 3 e 20 g/dia, resultou em aumento significativo da abundância de *Bifidobacterium* (diferença média padronizada = 0,83; IC 95%: 0,58–1,08; $p < 0,01$), com efeitos positivos observados em indivíduos de diferentes faixas etárias (27).

| Ingredientes | Percentual (%) |
|---|---|
| Aveia em flocos | 22,2 |
| Xarope de Tâmara | 15,3 |
| Calda de Agave | 15,3 |
| Inulina em pó | 11,1 |
| Óleo de coco | 7,2 |

Tabela 1 – Percentual de ingredientes na formulação da barra de cereal

| | |
|---|---|
| Semente de Linhaça | 5,6 |
| Cranberry desidratada | 4,7 |
| Amêndoa natural | 4,2 |
| Castanha-do-Pará | 4,2 |
| Nozes | 4,2 |
| Tâmara | 3,3 |
| Castanha de caju | 2,8 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Assim, a formulação do produto buscou aliar aspectos sensoriais e funcionais, garantindo que o alimento final fosse simultaneamente atrativo ao consumidor e eficaz do ponto de vista nutricional.

**Processo de fabricação**

O desenvolvimento da barra de cereal envolveu um conjunto de etapas técnicas cuidadosamente planejadas para garantir a qualidade e a segurança do produto final. Inicialmente, procedeu-se à recepção e seleção rigorosa da matéria-prima, durante a qual foram descartados todos os ingredientes que não atendiam aos critérios pré-estabelecidos de qualidade, garantindo a integridade e a adequação dos insumos para a formulação.

Na etapa subsequente, o pré-preparo dos ingredientes contemplou processos de higienização para remoção de contaminantes, fragmentação para padronização do tamanho das partículas e pesagem precisa, assegurando a conformidade com as proporções da formulação. Paralelamente, a fase líquida da receita foi submetida a aquecimento controlado, em separado, com o intuito de facilitar a incorporação homogênea aos ingredientes secos, previamente misturados para garantir uniformidade na mistura.

Posteriormente, a massa obtida foi moldada conforme as especificações do produto e submetida ao processo de forneamento em forno convencional a 180 °C durante 30 minutos, condição essa otimizada para assegurar a cocção adequada, textura desejada e segurança microbiológica do alimento. Após o forneamento, a barra passou por um processo controlado de resfriamento, seguido de corte em tamanhos padronizados, embalagem em material apropriado para preservar suas características físico-químicas e sensoriais, e armazenamento em ambiente adequado. Esse fluxo

produtivo estruturado e eficiente visa não apenas a qualidade e a segurança do produto, mas também a viabilidade industrial e a satisfação do consumidor final (28).

**Teste de aceitabilidade e intenção de compra**

Para a avaliação da aceitabilidade sensorial e da intenção de compra do produto, foi conduzido um teste com 60 voluntários não treinados, seguindo a metodologia proposta por Dutcosky (29). A amostra avaliou o produto utilizando uma escala hedônica de nove pontos, que permitiu a análise dos seguintes atributos sensoriais: aparência, cor, aroma, sabor, textura, doçura e aceitação global. A escala hedônica de nove pontos é uma ferramenta amplamente utilizada em testes sensoriais, variando de "desgostei muitíssimo" (1) a "gostei muitíssimo" (9), permitindo captar a intensidade da aceitação do consumidor de forma simples e eficaz. Essa abordagem facilita a interpretação dos dados e a comparação entre diferentes formulações ou produtos.

Além disso, foram incluídas questões específicas para aferir a percepção funcional do produto, abordando sua saudabilidade e a intenção de compra dos participantes. O questionário contou com duas perguntas direcionadas: “Você percebe esta barra como um alimento saudável?” e “Você compraria este produto se estivesse disponível no mercado? Justifique sua resposta.” Também foi disponibilizado um campo aberto para sugestões, permitindo aos avaliadores indicarem possíveis melhorias relacionadas a ingredientes, sabor, textura, aparência e embalagem. Dessa forma, pode-se verificar a aceitação sensorial da barra de cereal e identificar oportunidades para otimização da formulação, visando aprimorar a aceitação pelo consumidor final.

**Rotulagem e requisitos legais**

Do ponto de vista legal, o uso da inulina como ingrediente funcional em alimentos está regulamentado no Brasil pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão responsável por assegurar a qualidade, segurança e eficácia dos produtos alimentícios. A Instrução Normativa (IN) nº 75, de 8 de outubro de 2020, estabelece as condições para uso de alegações de propriedades funcionais e de saúde em alimentos, incluindo critérios científicos obrigatórios e limites quantitativos mínimos e máximos para cada ingrediente funcional aprovado (30).

De acordo com essa normativa, para que um alimento seja considerado fonte de fibras alimentares, deve conter, no mínimo, 10% do Valor Diário de Referência (VDR) por porção. No caso específico da inulina, é permitida a alegação: “A inulina (prebiótico)

contribui para o equilíbrio da microbiota intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis", desde que o produto contenha pelo menos 5 g de inulina na recomendação diária e 2,5 g por porção (31). Tais exigências asseguram a consistência científica e a efetividade dos benefícios alegados ao consumidor. A quantidade de inulina deve ser declarada de forma clara na tabela nutricional, posicionada abaixo do valor de fibras alimentares, sendo que a ingestão diária recomendada não deve ultrapassar 30 g, conforme orientações do fabricante (31).

Em relação ao registro sanitário, produtos à base de inulina com alegações de funcionalidade (por exemplo, "prebiótico que contribui para a microbiota intestinal") se enquadram na categoria que requer notificação junto à ANVISA, conforme o Anexo II da IN 281/2024 (32), e a referência normativa é a RDC 843/2024 (33). A fiscalização sanitária tem o objetivo de assegurar o cumprimento das exigências de rotulagem, segurança do alimento e veracidade das alegações funcionais.

A fabricação de alimentos funcionais deve seguir as Boas Práticas de Fabricação (BPF), que asseguram a higiene, segurança e qualidade dos produtos. No Brasil, essas práticas estão regulamentadas pela Portaria SVS/MS nº 326/1997 (34), que trata das condições higiênico-sanitárias para o setor de alimentos, e pela Resolução RDC nº 275/2002 (35), que define os Procedimentos Operacionais Padronizados (POP) e os requisitos mínimos para o Manual de BPF. Tais normas visam prevenir contaminações e garantir a integridade do produto final.

Do ponto de vista legal, a proteção ao consumidor é assegurada pela Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990 (36), que institui o Código de Defesa do Consumidor (CDC). Essa legislação garante o direito à informação clara, precisa e ostensiva sobre os produtos alimentícios, além de assegurar a proteção contra práticas enganosas, omissivas ou abusivas, bem como contra riscos à saúde e segurança. Nesse contexto, a rotulagem dos alimentos deve apresentar informações verídicas, acessíveis e não induzir o consumidor ao erro, contribuindo para uma tomada de decisão mais consciente e segura.

No que tange à rotulagem técnica e nutricional, destacam-se duas normativas complementares: (i) a Portaria INMETRO nº 248, de 17 de agosto de 2008 (37), que dispõe sobre os requisitos de rotulagem de produtos pré-embalados, exigindo a indicação clara do conteúdo nominal, excluindo o peso da embalagem, com vistas à proteção do direito à informação e à transparência nas relações de consumo; e (ii) a Resolução RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020 (38), da ANVISA, que trata da

rotulagem nutricional obrigatória de alimentos embalados. Essa última estabelece a forma padronizada de apresentação de dados como valor energético, quantidade de macronutrientes, fibras alimentares e ingredientes funcionais, visando facilitar a compreensão e promover escolhas alimentares mais conscientes por parte da população. Adicionalmente, a Instrução Normativa (IN) nº 75, de 8 de outubro de 2020 (39), da ANVISA, complementa a RDC nº 429/2020 ao detalhar critérios técnicos para a declaração nutricional, incluindo quantidades mínimas para a indicação de nutrientes, regras de arredondamento, referência dos valores diários e condições para o uso de alegações nutricionais e funcionais.

Em conjunto, essas regulamentações fornecem o arcabouço regulatório necessário para assegurar a qualidade, segurança, transparência na produção e comercialização de alimentos, garantindo a precisão, a uniformidade e a veracidade das informações apresentadas nas embalagens dos alimentos, aspecto fundamental para a proteção do consumidor. O cumprimento integral dessas normas é essencial para garantir a confiabilidade do produto e fortalecer a credibilidade da indústria alimentícia, especialmente no desenvolvimento de produtos como a barra de cereal com adição de inulina.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A barra de cereal funcional formulada com inulina apresentou textura macia, sabor equilibrado e dulçor natural, provenientes das frutas e dos adoçantes empregados na sua composição (Figura 1). A incorporação da inulina, juntamente com ingredientes ricos em fibras e compostos bioativos, conferiu ao produto um elevado potencial funcional.

A composição nutricional da barra foi estimada com base na formulação e na contribuição dos ingredientes utilizados, aplicando-se os fatores de conversão de Atwater, universalmente empregados para o cálculo do valor energético de proteínas, carboidratos e lipídios (40-41). Esses fatores, reconhecidos internacionalmente, foram incorporados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) como referência oficial para fins de rotulagem nutricional. Os resultados obtidos (Figura 2) demonstram que a barra apresenta 16,6 g de fibras por 100 g, dos quais 11 g correspondem especificamente à inulina, valor suficiente para sustentar as alegações de “fonte de fibras alimentares” e de “alimento com ação prebiótica”, conforme estabelecido pela Resolução RDC nº 429/2020 (38).

Figura 1 – Aspecto visual de barra de cereais formulada com inulina prebiótica.

Fonte: Autores, 2025

Figura 2 – Informação nutricional da barra de cereal com inulina.

Fonte: Autores, 2025

| INFORMAÇÃO NUTRICIONAL | | | |
|---|---|---|---|
| **Porções por embalagem: 5 porções**<br>**Porção 30g (1 unidade)** | | | |
| | **100g** | **30g** | **% VD*** |
| **Valor Energético (Kcal)** | **387 (1620 kJ)** | **116 (487 kJ)** | **6** |
| **Carboidratos (g)** | **44,8** | **13,4** | **4** |
| **Açúcares Totais (g)** | **28,2** | **8,5** | **-** |
| **Açúcar adicionado (g)** | **0** | **0** | **0** |
| **Proteínas (g)** | **7,3** | **2,2** | **4** |
| **Gorduras totais (g)** | **19,8** | **6** | **9** |
| **Gorduras saturadas (g)** | **7,9** | **2,4** | **12** |
| **Gorduras Trans (g)** | **0** | **0** | **0†** |
| **Fibra alimentar (g)** | **16,6** | **5** | **20** |
| **Das quais Inulina (g)** | **11** | **3,3** | **13** |
| **Sódio (mg)** | **11,2** | **3,4** | **0** |

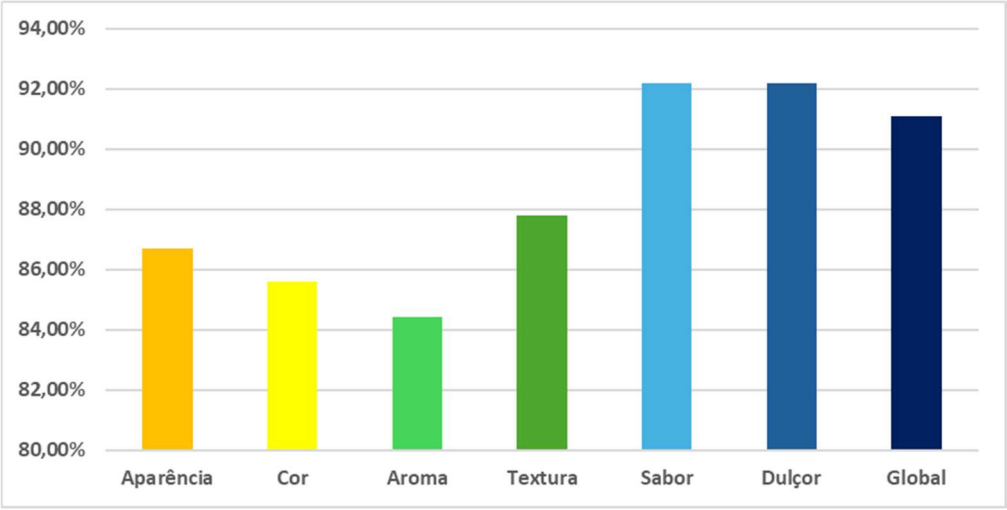
*% Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.
† Valor diário não estabelecido.

A presença significativa de inulina evidencia a funcionalidade da barra, conferindo benefícios potenciais à saúde intestinal e contribuindo para a ingestão adequada de fibras na dieta. A composição nutricional, aliada à aceitabilidade sensorial do produto, demonstra que é possível desenvolver alimentos funcionais que conciliem atributos sensoriais atraentes com propriedades bioativas reconhecidas. Estes resultados reforçam a relevância da formulação da barra como uma alternativa inovadora no contexto de alimentos funcionais, atendendo tanto às normas regulatórias quanto à crescente demanda de consumidores por produtos com valor nutricional agregado.

Os resultados obtidos indicam que a barra apresenta um perfil nutricional equilibrado, caracterizado pela ausência de açúcares refinados, adequada proporção de fibras e baixo teor de sódio. Além disso, o produto está em conformidade com a legislação vigente, incluindo a RDC nº 429/2020 e a IN nº 75/2020 da ANVISA, o que permite o uso de alegações nutricionais como “fonte de fibras” e funcionais, como “auxilia na manutenção do equilíbrio da microbiota intestinal”. Esses atributos reforçam o potencial do alimento como alternativa funcional, conciliando valor nutricional e benefícios à saúde intestinal.

O teste de aceitabilidade foi conduzido com 60 avaliadores para diferentes atributos sensoriais da barra de cereal funcional, incluindo aparência, cor, aroma, textura, sabor, dulçor e aceitação global. A análise dos dados fornecidos indica um alto nível de aceitação em todos os parâmetros avaliados, reforçando a atratividade do produto. Estes revelaram índices superiores a 80% em todos os atributos avaliados, a Figura 3 demonstra esses valores. Observa-se que sabor e dulçor foram os atributos com maior índice de aprovação, ambos alcançando 92% de aceitação. Atributos como aparência e cor apresentaram índices de 87% e 86%, respectivamente, enquanto o aroma registrou 84% de aceitação.

Figura 3 – Índice de aceitabilidade dos atributos sensoriais da barra de cereal com inulina




Fonte: Autores, 2025

A aceitação global, que atingiu 91%, indica que o produto foi percebido pelos consumidores como atrativo, funcional e com perfil organoléptico satisfatório, reforçando o potencial da barra como uma opção alimentar saudável e palatável.

De modo geral, os resultados revelaram alta aceitabilidade sensorial, com as médias dos atributos situando-se entre 7,6 e 8,3 em uma escala de 0 a 9. O atributo de

sabor apresentou um dos maiores resultados (8,3), acompanhado do dulçor (8,3), indicando que esses aspectos foram os mais bem avaliados. Além disso, este apresentou o menor desvio padrão entre os atributos analisados, (1,3), o que evidencia maior homogeneidade nas respostas dos avaliadores e, consequentemente, maior consenso quanto à qualidade sensorial desses parâmetros.

Por outro lado, o atributo aroma apresentou a menor média (7,6) e o maior desvio padrão (2,1), sugerindo maior variabilidade nas percepções dos avaliadores, o que pode estar associado à subjetividade da avaliação olfativa ou à instabilidade no perfil aromático do produto. A aparência (média de 7,8) e a textura (média de 7,9) também apresentaram desvios padrão elevados, (1,9 e 1,8), refletindo maior dispersão das notas atribuídas.

A avaliação da cor apresentou média de 7,7 e desvio padrão de (1,6), o que indica uma percepção sensorial intermediária, com relativa consistência entre os avaliadores. O sabor, embora tenha atingido uma das melhores médias, apresentou desvio padrão igual ao da cor (1,6), apontando para alguma variação nas avaliações, ainda que menos acentuada em comparação aos atributos com maior dispersão.

De maneira geral, os atributos com maiores médias também apresentaram menor variabilidade entre as notas, o que sugere que a percepção positiva do produto está associada a uma tendência uniforme de julgamento entre os avaliadores. Por outro lado, os atributos com menor média foram justamente aqueles que mostraram maior variação nas respostas, indicando possíveis pontos de melhoria para alcançar maior uniformidade sensorial.

A análise integrada dos resultados evidencia que o produto apresenta viabilidade tecnológica, sensorial e conformidade legal para inserção no mercado. A aceitabilidade positiva junto aos avaliadores indica seu potencial para atender a consumidores cada vez mais exigentes, que valorizam alimentos saudáveis, naturais e com formulação *clean label*. Além disso, a barra oferece benefícios nutricionais comprovados, como o aporte significativo de fibras prebióticas, promovendo a saúde intestinal. Esses atributos conferem ao produto um posicionamento estratégico no mercado de alimentos funcionais, alinhando sabor, praticidade, segurança e valor nutricional agregado, em consonância com as tendências globais de consumo.

## CONCLUSÕES

O desenvolvimento da barra de cereal funcional com adição de inulina mostra-se viável do ponto de vista tecnológico, sensorial e nutricional. A formulação proposta

apresenta perfil equilibrado, livre de açúcares refinados e conservantes artificiais, além de destacar-se pelo teor de fibras, com ênfase na inulina como ingrediente funcional.

O produto atende às recomendações regulatórias vigentes para rotulagem nutricional e uso de alegações funcionais, sendo classificado como fonte de fibras e potencialmente associado a benefícios relacionados à saúde intestinal. Para consolidar sua caracterização, sugere-se a realização de análises bromatológicas, que confirmam a composição nutricional declarada e reforçam a qualidade científica dos resultados apresentados.

Dessa forma, a barra de cereal com inulina elaborada configura-se como uma alternativa promissora no segmento de alimentos funcionais, por reunir atributos tecnológicos e nutricionais que atendem às atuais demandas do consumidor por produtos mais equilibrados, práticos e alinhados às tendências de consumo sustentável e *clean label*. Conclui-se que o produto é sensorialmente atrativo, apresenta composição nutricional consistente e é percebido como benéfico à saúde, demonstrando elevado potencial para inserção no mercado de alimentos funcionais e para a promoção de hábitos alimentares mais conscientes.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos profundamente à Profa. Me. Renata Campolim Camargo pela inestimável orientação, constante incentivo e valioso conhecimento compartilhado ao longo do desenvolvimento deste projeto. Sua expertise e dedicação foram fundamentais para a concretização deste trabalho. Agradecemos à UEMG pelo apoio institucional.

## REFERÊNCIAS

1. FUNCTIONAL foods in modern nutrition science: mechanisms, evidence, and public health implications. *PubMed* (Internet). (citado em 2025). Disponível em: PubMed – 40647258.

2. FERNANDES, A. S.; FERREIRA-PÊGO, C.; COSTA, J. G. Functional foods for health: the antioxidant and anti-inflammatory role of fruits, vegetables and culinary herbs. *Foods*, v. 12, n. 14, p. 2742, 2023.

3. ROBERFROID, M. B. Inulin-type fructans: functional food ingredients. *The Journal of Nutrition*, v. 137, n. 11 Suppl, p. 2493S–2502S, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1093/jn/137.11.2493S.

4. HEYNES, A. L.; MEYER, D.; GIBSON, G. R. Prebiotics: an update for health professionals. *Nutrition Bulletin*, v. 41, n. 2, p. 104–121, 2016.

5. SILVA, M. A. et al. Desenvolvimento e avaliação sensorial de barras funcionais enriquecidas com prebióticos. *Alimentos e Nutrição*, v. 30, n. 4, p. 789-798, 2019. DOI: 10.1590/1678-9865201930e180142.

6. FERREIRA, A. R. et al. Inulina: propriedades funcionais e aplicações em alimentos. *Revista Ciência Agronômica*, v. 51, n. 1, p. e20187764, 2020. DOI: 10.5935/1806-6690.20200001.

7. REIMER, R. A. et al. Inulin-type fructans and Bifidobacteria increase in children who consume a prebiotic-containing cereal bar: a randomized controlled trial. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, v. 68, n. 1, p. 96–102, 2019.

8. NAGY, R. et al. Effects of chicory-derived inulin-type fructans on human gut microbiota: a systematic review and meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 61, n. 8, p. 1250–1268, 2021.

9. GIBSON, G. R. et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, v. 14, n. 8, p. 491–502, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75.

10. HEALEY, G. et al. Habitual dietary fibre intake influences gut microbiota response to an inulin-type fructan prebiotic: a randomized, double-blind, placebo-controlled, cross-over, human intervention study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v. 112, n. 2, p. 447–457, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa074.

11. GUIMARÃES, J. B.; SARTORI, D. C. *Efeitos da suplementação com prebiótico inulina na produção de butirato e imunorregulação do diabetes tipo 1 em modelo experimental*. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17147/tde-06122021-150302//.

12. ASTUDILLO-LÓPEZ, C. C. et al. Inulin improves insulin sensitivity and lipid profile in adults: a randomized controlled trial. *Clinical Nutrition*, v. 39, n. 10, p. 3124–3131, 2020. DOI: 10.1016/j.clnu.2020.02.037.

13. KOLIDA, S.; MEYER, D.; GIBSON, G. R. A double-blind placebo-controlled study to establish the bifidogenic dose of inulin in healthy humans. *European Journal of Clinical Nutrition,* v. 61, n. 10, p. 1189–1195, 2007. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602636.

14. SCHOLZ-AHRENS, K. E.; SCHREZENMEIR, J. Inulin and oligofructose and mineral metabolism: the evidence from animal trials. *The Journal of Nutrition*, v. 137, n. 11 Suppl, p. 2513S–2518S, 2007. DOI: 10.1093/jn/137.11.2513S.

15. PEREIRA, J. O. et al. Cereal bars functionalized through *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 and inulin incorporated in edible coatings of whey protein isolate or alginate. *Food & Function*, v. 10, n. 10, p. 6892–6902, 2019. DOI: 10.1039/C9FO00370C.

16. FARDET, J. et al. Effects of oat beta-glucan on lipid metabolism and glycemic response: a review. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 19, n. 3, p. 246–252, 1999. DOI: 10.1590/S0101-20611999000300016.

17. NIQUINI DE ASSIS, C.; SOUZA MARQUES DOS SANTOS, E. Propriedades nutricionais, funcionais e aplicações tecnológicas da aveia: Nutritional, functional

and technological properties of oats. *Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Science*, v. 1, n. 1, 2023. Disponível em: https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/bjaes/article/view/2372

18. NEMZER, B. V. et al. Cranberry: composição química, atividade antioxidante e impacto na saúde humana: visão geral. *Molecules*, Basel, v. 27, n. 5, p. 1503, 2022. DOI: 10.3390/molecules27051503.

19. ALKAABI, J.; SIDHU, J. S.; SHAHIDI, F. Functional properties and health benefits of date fruit (*Phoenix dactylifera L*.) components: a review. *Food Reviews International*, v. 36, n. 3, p. 217–243, 2020. DOI: 10.1080/87559129.2019.1608293.

20. COSTA, T.; JORGE, N. Compostos bioativos benéficos presentes em castanhas e nozes*. UNOPAR Científica. Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, v. 13, n. 3, p. 195–203, 2011. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/122387. Acesso em: 26 ago. 2025. 21.

21. SILVA, F. M. et al. Flaxseed in diet: a comprehensive look at pros and cons. *Molecules*, Basel, v. 30, n. 6, p. 1335, 2025. Disponível em: https://www.mdpi.com/1420-3049/30/6/1335. Acesso em: 26 ago. 2025.

22. KUNUTSOR, S. K.; JASSAL, D. S.; RAVANDI, A.; LEHOCZKI, A. Dietary flaxseed: cardiometabolic benefits and its role in promoting healthy aging. *GeroScience*, (S. l.), 2025. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11357-025-01512-0. Acesso em: 26 ago. 2025.

23. EATINGWELL. What happens to your body when you eat flaxseed regularly. *EatingWell,* 2025. Disponível em: https://www.eatingwell.com/are-flaxseeds-good-for-you-11733695. Acesso em: 26 ago. 2025.

24. BOULHALI, E. D. T. et al. Nutritional, mineral and organic acid composition of syrups produced from six Moroccan date fruit (*Phoenix dactylifera L*.) varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 90, p. 104480, 2020. DOI: 10.1016/j.jfca.2020.104480. Acesso em: 26 ago. 2025.

25. TALEB, H. et al. The antibacterial activity of date syrup polyphenols against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Frontiers in Microbiology*, v. 7, p. 1–8, 2016. DOI: 10.3389/fmicb.2016.01463. Acesso em: 26 ago. 2025.

26. VELÁZQUEZ-MARTÍNEZ, J. R. et al. Prebiotic potential of *Agave angustifolia* Haw fructans with different degrees of polymerization. *Molecules*, Basel, v. 19, n. 8, p. 12660–12675, 2014. DOI: 10.3390/molecules190812660. Acesso em: 26 ago. 2025.

27. FOROUTAN, R. et al. The effect of chicory inulin consumption on the abundance of fecal Bifidobacteria: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition* ESPEN, v. 44, p. 28–35, 2021. DOI: 10.1016/j.clnesp.2021.03.011.

28. TAKAYAMA, M. H.; ANASTÁCIO, R. F*. Tecnologia de alimentos: fundamentos e aplicações*. 2. ed. São Paulo: Editora Varela, 2017.

29. DUTCOSKY, S. D. *Análise sensorial de alimentos*. 5. ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2019. 192 p.

30. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece as listas de constituintes, limites de uso,

alegações e rotulagem dos suplementos alimentares. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 9 out. 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282070599. Acesso em: 26 ago. 2025.

31. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alegações de propriedade funcional aprovadas. Brasília, DF: ANVISA, (2024). Atualizado em: maio 2024. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/alegacoes. Acesso em: 26 ago. 2025. 32.

32. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa – IN nº 281, de 22 de fevereiro de 2024. Estabelece as listas de categorias de alimentos e embalagens sujeitas à notificação e à comunicação de início de fabricação ou importação. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, n. 39, p. 98–100, 26 fev. 2024. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-281-de-22-de-fevereiro-de-2024-539025555. Acesso em: 26 ago. 2025.

33. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 843, de 22 de fevereiro de 2024. Dispõe sobre os procedimentos para a regularização de alimentos e embalagens na área de alimentos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, n. 39, p. 96–97, 26 fev. 2024. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-843-de-22-de-fevereiro-de-2024-539025354. Acesso em: 26 ago. 2025.

34. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. Aprova o regulamento técnico sobre condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 1 ago. 1997. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1997/prt0326_30_07_1997.html. Acesso em: 26 ago. 2025.

35. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Regulamento técnico de Boas Práticas de Fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 23 out. 2002. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-rdc-n-275-de-21-de-outubro-de-2002-596710. Acesso em: 26 ago. 2025.

36. BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências (Código de Defesa do Consumidor). *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 12 set. 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078.htm. Acesso em: 26 ago. 2025.

37. BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Portaria nº 248, de 17 de agosto de 2008. Aprova o Regulamento Técnico Metrológico sobre a rotulagem de produtos pré-medidos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 18 ago. 2008. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-248-de-17-de-agosto-de-2008-21752994. Acesso em: 26 ago. 2025.

38. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 9 out. 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599. Acesso em: 26 ago. 2025.

39. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados, conforme a Resolução RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020*. Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 9 out. 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282070635. Acesso em: 26 ago. 2025.

40. ATWATER, W. O.; WOODS, C. D. *The chemical composition of American food materials.* Washington: Government Printing Office, 1896. (U.S. Department of Agriculture. Office of Experiment Stations Bulletin, 28).

41. FAO; WHO*. Energy and protein requirements: report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation*. Geneva: World Health Organization, 2003. (WHO Technical Report Series, 935).

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE BEBIDA LÁCTEA FFERMENTADA CAPRINA COM POTENCIAL SIMBIÓTICO

# PHYSICAL CHARACTERIZATION OF FERMENTED GOAT MILK BEVERAGE WITH SYMBIOTIC POTENTIAL

**DOI: 10.65747/conali2025v2c03**

**Pedro Ivo Soares e Silva[1]; Suelma Ferreira do Oriente[2], Renata Duarte de Almeida[3], Elaine Silva Souza[4], Rennan Pereira de Gusmão[5]; Thaisa Abrantes Souza Gusmão[6]**

[1]Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - CTRN – UFCG; [2]Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais - CTRN – UFCG; [3]Pesquisadora da Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos – CTRN – UFCG ; [4]Graduanda em Engenharia de Alimentos – CTRN- UFCG; [5]Docente/pesquisador da Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos – CTRN – UFCG; [6]Docente/pesquisadora da Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos – CTRN – UFCG;

Contato: pedroivosoares@hotmail.com

**Resumo:** Com base no aumento da demanda e interesse por alimentos funcionais por parte da população e considerando as características nutricionais do leite caprino, o presente estudo visou identificar e avaliar as características físicas de bebida láctea fermentada caprina com potencial simbiótico. A pesquisa foi conduzida nos Laboratórios de Engenharia de Alimentos (LEA/UFCG) utilizando formulações com inulina, farinha de aveia e probióticos. A bebida foi analisada quanto à cor, sinérese, capacidade de retenção de água e textura. Os resultados mostraram valores de luminosidade (L) entre 48,80 e 51,67 e ângulo de tonalidade variando de 81,86º a 88,59º, próximos à coloração amarela. A sinérese variou de 67,95% a 72,09%, enquanto a capacidade de retenção de água ficou entre 27,91% e 32,05%. Nos parâmetros de textura, a firmeza apresentou valores médios entre 18,36 e 18,92 g e a consistência variou de 367,40 a 388,66 g.s, sem diferenças significativas entre formulações. Entretanto, a amostra BL3 destacou-se por apresentar menor coesividade (14,78 g) e maior viscosidade (5,38 g.s) em comparação às demais. Esses resultados indicam que a adição de inulina e farinha de aveia contribui para características diferenciadas de cor e textura, tornando viável a produção de bebidas lácteas fermentadas caprinas funcionais com potencial simbiótico, capazes de trazer benefícios à saúde do consumidor e agregar valor nutricional ao produto.

**Palavras–chave:** Alimento Funcional; Leite Caprino; Produtos Lácteos

**Abstract:** Based on the increasing demand and interest in functional foods among the population and considering the nutritional characteristics of goat milk, this study aimed to identify and evaluate the physical characteristics of a fermented goat milk beverage with symbiotic potential. The research was carried out at the Food Engineering Laboratories (LEA/UFCG) using formulations with inulin, oat flour, and probiotics. The beverage was analyzed for color, syneresis, water retention capacity, and texture. The results showed luminosity (L) values ranging from 48.80 to 51.67 and hue angle values between 81.86º and 88.59º, close to the yellow color region. Syneresis varied from 67.95% to 72.09%, while water retention capacity ranged from 27.91% to 32.05%. Regarding texture, firmness values ranged from 18.36 to 18.92 g, and consistency varied between 367.40 and 388.66 g·s, with no significant differences among formulations.

However, sample BL3 stood out by showing lower cohesiveness (14.78 g) and higher viscosity (5.38 g·s) compared to the others. These findings indicate that the addition of inulin and oat flour contributes to differentiated color and texture characteristics, making the production of functional fermented goat milk beverages with symbiotic potential feasible, capable of providing health benefits to consumers and adding nutritional value to the product.

**Keywords:** Functional Food; Goat Milk; Dairy Products

## INTRODUÇÃO

A alimentação e a dieta desempenham um papel fundamental na saúde humana. Nas últimas décadas, a gravidade da epidemia global de obesidade aumentou substancialmente. De fato, em 2016, mais de 39% dos adultos estavam com sobrepeso, e 13% destes eram obesos. A obesidade geralmente está associada ao desequilíbrio energético, bem como à lipogênese, resultando em aumento do tecido adiposo. Adultos com sobrepeso correm maior risco de diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares, vários tipos de câncer, osteoartrite e morte precoce. Essas doenças ocorrem como resultado de múltiplos fatores, como consumo alimentar, estilo de vida geral, atividade física insuficiente, fatores metabólicos e predisposições genéticas (1,2).

O termo alimento funcional tem sido aplicado desde 1984 a produtos alimentícios que conferem benefícios à saúde além de seu valor nutricional. Até o momento, não há uma definição consensual para o termo, muitas vezes usado de forma intercambiável com nutracêutico. Segundo a literatura, alimentos funcionais são aqueles, naturais ou processados, contendo um ou mais ingredientes alimentares bioativos: produtos químicos ou outros componentes alimentares que impactam positivamente a saúde humana, incluindo vitaminas, carotenóides, flavonóides e probióticos. Estes demonstraram reduzir o risco de câncer, diabetes, distúrbios autoimunes, obesidade e doenças cardiovasculares (1, 3, 4, 5, 6).

No mercado de alimentos, os alimentos ditos saudáveis se tornaram extremamente populares e atingirão um tamanho de mercado de US$ 260.400 milhões até o final de 2025, apresentando uma taxa composta de crescimento anual de 6,8%. Assim, o desenvolvimento de alimentos funcionais aumentou o número de estudos sobre potenciais produtos dietéticos ou fitoterápicos, seja para sua identificação ou para descrever seu modo de ação em nível molecular (7).

O leite caprino é tradicionalmente aceito como um alimento saudável e nutritivo, rico em proteínas, cálcio, minerais, fósforo, niacina e tiamina. Dado o menor tamanho dos glóbulos de gordura e caseínas, o leite caprino é mais fácil de digerir e absorver pelo corpo humano em comparação com o leite bovino (8, 9).

O interesse do consumidor em produtos lácteos caprinos tem crescido nas últimas décadas. O leite caprino difere em suas características físico-químicas, como teor de sólidos do leite, composição de proteínas, composição de ácidos graxos, concentração de cálcio iônico e tamanho da micela de caseína quando comparado ao leite bovino. Essas diferentes características dos leites de ruminantes podem levar a diferenças nas modificações estruturais induzidas pelo processamento. Dependendo do sistema de produção de leite, as variações sazonais nas propriedades do leite podem resultar de mudanças no estágio da lactação, dieta animal, clima ou suas combinações (10, 11, 12).

O soro de leite é um subproduto da indústria queijeira com alto valor nutritivo, que apresenta sérios efeitos ambientais quando descartado de forma inadequada (13).

O consumo de probióticos contribui para a manutenção da saúde através dos benefícios resultantes da sua ação direta no trato gastrointestinal humano, estimulando o sistema imunitário e melhorando a saúde emocional do hospedeiro. Para obter potenciais benefícios à saúde, os probióticos devem ser consumidos regularmente e devem estar presentes em quantidades viáveis suficientes em produtos no final da vida útil (cerca de 106 a 108 ufc.ml-1). A viabilidade de probióticos em produtos pode ser influenciada por diversos fatores, como a consistência da matriz alimentar, a acidez da matriz alimentar e a interação entre probiótico e cultura starter (13, 14).

A viscosidade e a consistência de bebidas lácteas são uns dos principais atributos envolvidos na qualidade e na aceitação do produto. A textura do produto e a probabilidade de ocorrer sinérese (separação do soro) são umas das principais características que definem a qualidade da bebida láctea (15, 16).

O desenvolvimento de bebidas lácteas à base de soro de leite adicionadas de culturas probióticas e substâncias prebióticas, além de oferecer alimentos funcionais ao consumidor, é uma alternativa de aproveitamento do soro de leite gerado na indústria de queijos (17, 18).

Com base no aumento da demanda e interesse por alimentos funcionais por parte da população e considerando as características nutricionais do leite caprino, o presente estudo visou identificar e avaliar as características físicas de bebida láctea fermentada caprina com potencial simbiótico.

## MATERIAL E MÉTODOS

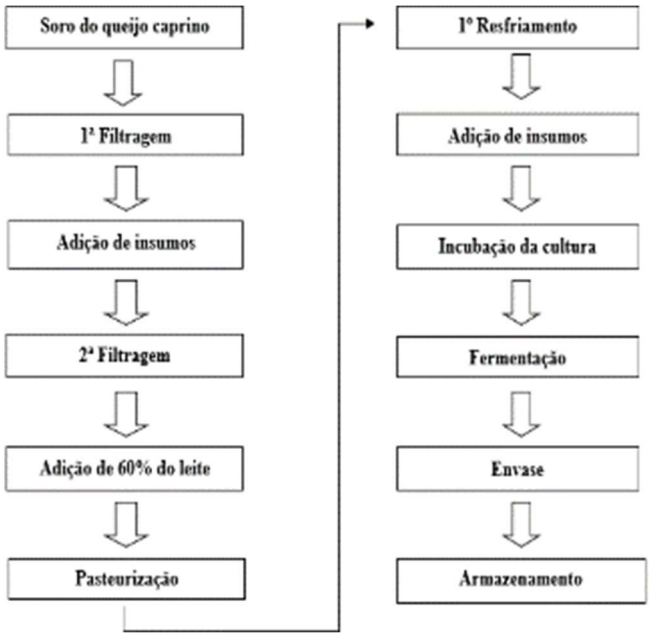
### *Local dos experimentos e Matéria-prima*

Esta pesquisa foi conduzida nos Laboratórios de Engenharia de Alimentos (LEA), pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande-PB. O leite caprino, o soro do leite e os demais insumos foram obtidos no comércio local da cidade de Campina Grande – PB.

***Formulação e etapas do processamento da bebida láctea***

As etapas de processamento da bebida láctea fermentada (Figura 1) foram alinhadas através da metodologia presente no estudo de (19, 20). As proporções de inulina, farinha de aveia e probiótico utilizadas no estudo foram baseadas em experimentos preliminares e em estudos sobre produção de bebidas lácteas fermentadas.

Figura 1: Fluxograma de obtenção da bebida láctea fermentada.




Fonte: Autores, 2025.

Na Figura 1 têm-se descrito o fluxograma de obtenção da bebida láctea fermentada e na Tabela 1 os insumos que foram utilizados para o desenvolvimento das formulações.

Tabela 1 – Formulação base para a produção de bebida láctea fermentada

| | **BL1** | **BL2** | **BL3** |
|---|---|---|---|

| Insumos | (% base láctea) | (% base láctea) | (% base láctea) |
|---|---|---|---|
| **Leite caprino** | 60 | 60 | 60 |
| **Soro do queijo** | 40 | 40 | 40 |
| **Açúcar demerara** | 10 | 10 | 10 |
| **Goma Xantana** | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| **Sorbato de potássio** | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| **Cultura probiótica** | 0,04 | 0,08 | 0,06 |
| **Farinha de Aveia** | 1,0 | 1,0 | 2,0 |
| **Inulina** | 1,0 | 1,0 | 2,0 |

** % (p/v) em relação a 1000 mL (100%) da base láctea constituída por leite bovino e soro de queijo;

Fonte: Autores (2025).

***Descrição das etapas de processamento da bebida láctea fermentada***

Para elaboração da bebida foi utilizado soro do queijo caprino. Para obtenção do soro, o leite foi adicionado a um recipiente de alumínio e logo depois posto para fermentação com temperatura controlada de 30ºC e após esta etapa o fermentado passou por uma filtragem para separação do soro das partículas de queijo frescal.

Em seguida foi realizada a primeira filtragem do soro para retirada de impurezas e resquícios do processo de obtenção do soro. Após essa etapa houve a adição do açúcar demerara de forma homogênea e de 40% do leite caprino, é habitual que realizada essas etapas fique pequenos grânulos da mistura do leite e açúcar que pode prejudicar assim a etapa de pasteurização, para evitar esse efeito foi realizado uma segunda filtragem.

Em seguida foi realizada a pasteurização da matéria-prima a 65°C por 30 minutos (pasteurização lenta). Ao atingir a 70°C foram adicionados 60% do leite caprino e prosseguiu-se o aquecimento até 85 ºC, vindo assim a interromper o aquecimento. O aquecimento é importante para eliminar bactérias contaminantes e destruir microrganismos patogênicos.

A cultura probiótica é composta por cepas de *Streptococcus thermophilus, Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium*, a adição na mistura pasteurizada, ocorreu e logo após a amostra foi adicionada na incubadora com temperatura controlada de 38ºC de 4-6h ou até pH 4,5.

Após a fermentação, a mistura foi homogeneizada em liquidificador doméstico para adição de sorbato de potássio, goma xantana, inulina (prebiótico) e farinha de aveia (prebiótico). Em seguida, as bebidas foram armazenadas em potes de polipropileno e armazenadas sob devida refrigeração (4ºC).

***Caracterização física da bebida láctea fermentada***

A bebida láctea fermentada caprina simbiótica foi analisada em termos de cor, sinérese, capacidade de retenção de água, cor e textura.

A análise de cor será realizada utilizando-se colorímetro Mini Scan Hunter Lab XE Plus, Reston, VA, EUA, sendo determinada de acordo com Sistema CIE-L*a*b* (Commision Internationale L'Eclairage) em que serão obtidos os parâmetros luminosidade (L*), intensidade de preto (+a*) e intensidade de amarelo (+b*) conforme metodologia de Altamirano-Fortoul, Rosell (21).

Após a aferição dos dados de a* e b*, pode-se estabelecer os valores do croma (C*), que representa a saturação ou intensidade da cor, sendo 0 = cor impura e 60 = cor pura e o ângulo de tonalidade (h*) que indica a cor observável da amostra, estando ligados aos valores de a* e b*, onde 0º = vermelho; 90º = amarelo; 180º = verde; 270º = azul e 360º.

A sinérese das amostras de bebida láctea fermentada foi determinada por centrifugação segundo metodologia proposta por Jauregui et al. (22) com modificações (23), a capacidade de retenção de água foi determinada pela diferença com o percentual de sinérese.

A determinação do Perfil de Textura foi vrealizada com o auxílio do texturômetro TAXT2 Plus Texture Analyser, utilizando o probe P/36R cilindro de alumínio com diâmetro de 36 mm de diâmetro. A metodologia utilizada para a obtenção dos parâmetros relacionados à textura foi a de Análise de Perfil de Textura (TPA) e os atributos de firmeza, consistência e coesividade foram analisados.

***Análise Estatística***

Para os resultados das análises físicas foi utilizado o programa computacional Statistica 5.0, com delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados com três tratamentos e três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, tem-se descritos os resultados para análise cor, sinérese e capacidade de retenção de água.

Tabela 2 – Parâmetros físicos e tecnológicos da bebida láctea fermentada caprina

| | BL1 | BL2 | BL3 |
|---|---|---|---|
| **L** | 51,67±0,72$^{a}$ | 48,80±0,82$^{ab}$ | 50,16±0,64$^{b}$ |
| **a*** | -0,29±0,07$^{b}$ | -0,53±0,08$^{c}$ | 0,09±0,08$^{a}$ |
| **b*** | 5,37±0,36$^{a}$ | 3,71±0,05$^{b}$ | 3,73±0,32$^{b}$ |
| **Croma** | 5,37±0,37$^{a}$ | 3,75±0,04$^{b}$ | 3,74±0,31$^{b}$ |
| **Ângulo de Tonalidade (Hº)** | 86,95±0,69$^{a}$ | 81,86±1,29$^{b}$ | 88,59±1,43$^{a}$ |
| **Sinérese (%)** | 67,95±2,35$^{a}$ | 68,80±2,92$^{a}$ | 72,09±3,15$^{a}$ |
| **Capacidade de Retenção de Água (%)** | 32,05±2,35$^{a}$ | 31,91±2,92$^{a}$ | 27,91±3,15$^{a}$ |

Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes. Fonte: Autores (2025).

Para o parâmetro de luminosidade (L) foi observado diferença estatística significativa para as formulações BL1 e BL3, os resultados sugerem que as condições de obtenção e armazenamento não provocaram escurecimento perceptível nas amostras durante o período avaliado.

Para o parâmetro a*, que indica a coloração entre o vermelho (positivo) e o verde (negativo), as três formulações avaliadas apresentaram diferenças estatísticas significativas, as formulações BL1 e BL2 tendem para o verde, a amostra BL3 que apresenta maior teor de inulina e farinha de aveia em sua composição apresentou leve tendência para o vermelho.

Os valores de b* indicam a intensidade do amarelo (positivo), a formulação BL1 apresentou maior coloração amarelada, o que pode estar relacionado à presença de compostos mais pigmentados ou à menor opacidade da matriz. Para as formulações BL2 e BL3 não houve diferenças estatísticas significativas.

Para os valores de croma, a formulação BL1 (5,37) apresentou diferença estatística significativa ao longo do experimento quando comparado as outras formulações, sabe-se que uma coloração mais intensa e perceptível, é sensorialmente

atrativo para o consumidor. Em relação ao ângulo de tonalidade (Hº), quanto mais próximo de 90º mais o produto se aproxima da coloração amarelo, tendência notada para todas as amostras avaliadas, com a amostra F3 apresentando valor mais expressivo (88,59).

Para a sinérese e capacidade de retenção de água, que são parâmetros que avaliam a qualidade e estabilidade de produtos lácteos, não foi notado diferença estatística significativa entre as amostras com médias variando entre 67,95 e 72,09 para sinérese e 27,91 e 32,50 para capacidade de retenção de água.

Na Tabela 3, tem-se descritos os resultados para análise instrumental de textura.

Tabela 3 **–** Resultados médios para firmeza, consistência, coesividade e viscosidade.

| Form | Firmeza (g) | Consistência (g.s) | Coesividade (g) | Viscosidade (g.s) |
|---|---|---|---|---|
| **BL1** | 18,64±0,34$^{a}$ | 380,27±4,71$^{a}$ | -12,60±0,49$^{a}$ | -2,92±0,73$^{a}$ |
| **BL2** | 18,36±0,63$^{a}$ | 367,40±4,61$^{a}$ | -12,76±0,43$^{a}$ | -2,87±0,07$^{a}$ |
| **BL3** | 18,92±0,36$^{a}$ | 388,66±8,68$^{a}$ | -14,78±0,62$^{b}$ | -5,38±0,55$^{b}$ |

Fonte: Autores (2025).

Para os parâmetros firmeza e consistência as formulações não houve diferença significativa entre as médias apesar das diferentes concentrações de probiótico, inulina e farinha de aveia.

Os parâmetros de textura são importantes ferramentas que impactam diretamente na sensorial do produto, O teor de sólidos interfere na textura dos lácteos fermentados, mas outros fatores também influenciam, como o grau de ruptura do gel após a fermentação (24).

Tratando-se da coesividade, a amostra BL3 diferiu significativamente das outras formulações, é possível que a quantidade ou o tipo de prebiótico utilizado tenha alterado a estrutura da formulação, além disso, a interação dos prebióticos com outros insumos das formulações como goma xantana e sorbato de potássio possa ter contribuído para esse comportamento.

Na viscosidade, a BL3 também diferiu das outras amostras. Ela apresenta maior quantidade de farinha de aveia e inulina, sendo a inulina conhecida por sua interação com o leite caprino, criando uma mistura cremosa e macia.

Salem et al. (25) afirmam que os parâmetros de coesividade e índice de viscosidade resultam valores negativos, devido à força que a sonda do texturômetro realiza ser maior que a força de atração imposta. De forma geral, asdiferenças

observadas nos parâmetros de textura podem ser atribuídas à presença de diferentes prebióticos e espessantes utilizados na formulação.

Yang et al. (26) no desenvolvimento de formulações de iogurte caprino, notaram a influência das bactérias probióticas na textura das amostras durante o armazenamento na temperatura refrigerada.

## CONCLUSÃO

Os resultados das análises físicas estão em conformidade com a legislação e apresentaram valores compatíveis com os encontrados na literatura para produtos lácteos caprinos. A diferença nas concentrações de probiótico, inulina e farinha de aveia apresentaram influência direta principalmente nos valores da análise colorimétrica e na análise instrumental de textura.

Considerando os aspectos de qualidade da matéria-prima e otimização do processo fermentativo. A adição de insumos se torna viável a produção de bebidas lácteas fermentadas caprinas por ser um produto funcional com potencial simbiótico trazendo benefícios para a saúde do consumidor e consequentemente agregando melhor qualidade de vida.

Os resultados obtidos nesse estudo auxiliam em uma informação mais consolidada para sociedade em termos de qualidade nutricional e efeitos positivos das bebidas lácteas fermentadas caprinas na saúde digestiva e no metabolismo. Para a comunidade acadêmica o estudo norteia os pesquisadores através de dados de múltiplos estudos, oferecendo uma base sólida para o desenvolvimento de novas pesquisas na área de lácteos caprinos.

## REFERÊNCIAS


1. **SANDNER, G.; KÖNIG, A.; WALLNER, M.; WEGHUBER, J.** Functional foods – dietary or herbal products on obesity: application of selected bioactive compounds to target lipid metabolism. *Current Opinion in Food Science*, v. 34, p. 9-20, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.11.004.
2. **UPADHYAY, R.; DASS, J. F. P.; CHAUHAN, A. K.; YADAV, P.; SINGH, M.; SINGH, R. B.** Guava enriched functional foods: therapeutic potentials and technological challenges. *The role of functional food security in global health*. Cambridge: Academic Press, 2019. p. 365-378. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813148-0.00022-2.
3. **CHEON, J.; HAJI, F.; BAEK, J.; WANG, Q.; TAM, K. C.** Pickering emulsions for functional food systems. *Journal of Agriculture and Food Research*, v. 11, e100510, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100510.
4. **AMENGUAL, J.** Bioactive properties of carotenoids in human health. *Nutrients*, v. 11, n. 10, p. 2388, 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/nu11102388.
5. **EGBUNA, C.; HASSAN, S.** *Dietary phytochemicals: a source of novel bioactive compounds for the treatment of obesity, cancer and diabetes*. Cham: Springer Nature, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-71186-0.

6. **SURONO, I. S.; WARDANA, A. A.; WASPODO, P.; SAKSONO, B.; VERHOEVEN, J.; VENEMA, K.** Effect of functional food ingredients on gut microbiota in a rodent diabetes model. *Nutrition & Metabolism*, v. 17, p. 1-9, 2020. DOI: https://doi.org/10.1186/s12986-020-00441-8.
7. **LEPORINI, M.** Citrus species: modern functional food and nutraceutical-based product ingredient. *Italian Journal of Food Science*, v. 33, n. 2, p. 63-107, 2021. DOI: https://doi.org/10.15586/ijfs.v33i2.2009.
8. **WANG, W.; JIA, R.; HUI, Y.; ZHANG, F.; ZHANG, L.; LIU, Y.; WANG, B.** Utilization of two plant polysaccharides to improve fresh goat milk cheese: texture, rheological properties, and microstructure characterization. *Journal of Dairy Science*, v. 106, n. 10, e105427, 2023. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2022-23266.
9. **RAZALI, M. F.; NARAYANAN, S.; MD. HAZMI, N. A.; ABDUL KARIM SHAH, N. N.; MUSTAPA KAMAL, S. M.; MOHD FAUZI, N. A.; SULAIMAN, A.** Minimal processing for goat milk preservation: effect of high-pressure processing on its quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 45, n. 7, e15590, 2021. DOI: https://doi.org/10.1111/jfpp.15590.
10. **ROY, D.; YE, A.; MOUGHAN, P. J.; SINGH, H.** Composition, structure, and digestive dynamics of milk from different species — a review. *Frontiers in Nutrition*, v. 7, e577759, 2020. DOI: https://doi.org/10.3389/fnut.2020.577759.
11. **LI, S.; DELGER, M.; DAVE, A.; SINGH, H.; YE, A.** Seasonal variations in the composition and physicochemical characteristics of sheep and goat milks. *Foods*, v. 11, n. 12, p. 1737, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/foods11121737.
12. **TIMLIN, M.; TOBIN, J. T.; BRODKORB, A.; MURPHY, E. G.; DILLON, P.; HENNESSY, D.; O'CALLAGHAN, T. F.** The impact of seasonality in pasture-based production systems on milk composition and functionality. *Foods*, v. 10, n. 3, p. 607, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/foods10030607.
13. **DA SILVA, T. M. S.; PIAZENTIN, A. C. M.; MENDONÇA, C. M. N.; CONVERTI, A.; BOGSAN, C. S. B.; MORA, D.; DE SOUZA OLIVEIRA, R. P.** Buffalo milk increases viability and resistance of probiotic bacteria in dairy beverages under *in vitro* simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 9, p. 7890-7897, 2020. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2019-18005.
14. **PARKER, E. A.; ROY, T.; D'ADAMO, C. R.; WIELAND, L. S.** Probiotics and gastrointestinal conditions: an overview of evidence from the Cochrane Collaboration. *Nutrition*, v. 45, p. 125-134, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.06.023.
15. **PAREDES, J. F. M.; CASTILLO, V. E. V.; PATIÑO, D. A. P.; CORTEZ, J. X. M.** Influência de la relación lactosuero/leche y cantidad de pectina en la elaboración de una bebida láctea fermentada. *Ciencia Transdisciplinar en la Nueva Era*, p. 282, 2022. DOI: https://doi.org/10.47300/ctne.v2i1.282.
16. **SOARES, L. L.** *Desenvolvimento de bebida láctea fermentada zero açúcar com mucilagem de chia (Salvia hispanica)*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2021.
17. **DANTAS, D. S.; DA SILVA GOMES, L.; GONÇALVES, L. S. C.; CORREIA, J. O.; DA SILVA, G. M.; DE QUEIROGA, A. P. R.; BURITI, F. C. A.** Lactose hydrolysis implications on dairy beverages with autochthonous *Limosilactobacillus mucosae* and *Syzygium cumini* pulp. *LWT – Food Science and Technology*, v. 155, e112963, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112963.
18. **GARCIA, S. L. A.; DA SILVA, G. M.; MEDEIROS, J. M. S.; DE QUEIROGA, A. P. R.; DE QUEIROZ, B. B.; DE FARIAS, D. R. B.; BURITI, F. C. A.** Influence of co-cultures of *Streptococcus thermophilus* and probiotic lactobacilli on quality and antioxidant capacity parameters of lactose-free fermented dairy beverages containing

*Syzygium cumini* (L.) Skeels pulp. *RSC Advances*, v. 10, n. 17, p. 10297-10308, 2020. DOI: https://doi.org/10.1039/d0ra00061a.

19. **COSTA, J. D. A.; SANTOS, J. T. D. O.; BACELAR, R. G. A.; CARNEIRO, R. M.; SILVA, D. S. N.; NÓBREGA, M. M. G. P.; MURATORI, M. C. S.** Bebida láctea fermentada com semente de chia e xarope de acerola: caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. *Ciência Animal Brasileira*, v. 23, e75456, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-6891v23e-75456.
20. **GARAY, P. A.; VILLALVA, F. J.; PAZ, N. F.; DE OLIVEIRA, E. G.; IBARGUREN, C.; ALCOCER, J. C.; RAMÓN, A. N.** Formulation of a protein fortified drink based on goat milk whey for athletes. *Small Ruminant Research*, v. 201, e106418, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106418.
21. **ALTAMIRANO-FORTOUL, R.; ROSELL, C. M.** Physicochemical changes in breads from bake off technologies during storage. *Food Science and Technology*, v. 44, n. 3, p. 631-636, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.09.018.
22. **JAUREGUI, C. A.; REGENSTEIN, J. M.; BAKER, R. C. A.** A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water-binding property of muscle foods. *Journal of Food Science*, v. 46, n. 4, p. 1271-1273, 1981. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb03011.x.
23. **BEUSCHEL, B. C.; CULBERTSON, J. D.; PARTRIDGE, J. A.; SMITH, D. M.** Gelation and emulsification properties of partially insolubilized whey protein concentrates. *Journal of Food Science*, v. 57, n. 3, p. 605-609, 1992. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb08043.x.
24. **FURLANI, L.; MARQUES, C.; FIEBIG, M. S.; MACHADO-LUNKES, A.; DE CASTRO-CISLAGHI, F. P.** Avaliação físico-química e sensorial de iogurtes e bebidas lácteas fermentadas comerciais. In: *SIMPÓSIO ON-LINE DE SEGURANÇA ALIMENTAR. 7. Simpósio de Segurança Alimentar – Inovação com Sustentabilidade*, Bento Gonçalves, RS, 29 a 31 out. 2020. Anais (...). (S. l.): Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: https://schenautomacao.com.br/ssa7/anais/index.php. Acesso em: 8 ago. 2025.
25. **SALEM, R. D. S.; JUDACEWSKI, P.; LOS, P. R.; COSTANTIN, F. A. B.; OLIVEIRA, G.** Avaliações físico-químicas e instrumentais de bebidas lácteas comercializadas em Ponta Grossa–PR. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 10., 2020, Ponta Grossa, PR (online). *Anais …* (online). Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR); Associação Paranaense de Engenharia de Produção (APREPRO); Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), 2020. Disponível em: https://aprepro.org.br/conbrepro/2020/anais/arquivos/10192020_131032_5f8dc4c88b203.pdf. Acesso em: 8 ago. 2025.
26. **YANG, Y.; ZHANG, R.; ZHANG, F.; WANG, B.; LIU, Y.** Storage stability of texture, organoleptic, and biological properties of goat milk yogurt fermented with probiotic bacteria. *Frontiers in Nutrition*, v. 9, e1093654, 2023. DOI: https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1093654.

# DESENVOLVIMENTO DA FARINHA ALIMENTÍCIA DE LICURI (*Syagrus coronata*)

# DEVELOPMENT OF LICURI (*Syagrus coronata*) FOOD FLOUR

**DOI: 10.65747/conali2025v2c04**

**Samantha Serra Costa[1]; Alan Patinho de Almeida Junior[2]; Andreson de Souza Carvalho[3]; Nelson de Jesus Lopes[3], Liz Oliveira dos Santos[4], Tatiana Ribeiro Velloso[4]**

[1]Docente do Centro de Tecnologia em Energia e Sustentabilidade - CETENS – UFRB; [2]Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos - CETENS – UFRB; [3]Professor da Escola Família Agrícola do Sertão – EFASE; [4]Docente do Centro de Tecnologia em Energia e Sustentabilidade – CETENS – UFRB.

E-mail: samantha@ufrb.edu.br

**Resumo**: O licuri (*Syagrus coronata*), palmeira nativa da Caatinga, possui importante valor nutricional e sociocultural, especialmente para comunidades do semiárido baiano. Este estudo teve como objetivo desenvolver um método padronizado e eficaz para a produção e conservação da farinha alimentícia de licuri, visando ampliar seu potencial de aproveitamento e fortalecer sua cadeia produtiva. Foi proposto o Método de Secagem Controlada com Desidratador (MSCD), produzindo as farinhas de licuri obtidas a partir da amêndoa seca (FA) e a partir da torta (FT). As farinhas produzidas foram submetidas a análises físico-químicas, centesimais e de perfil lipídico. Os resultados revelaram que FT apresentou maior teor de proteínas (23,33%), carboidratos (38,50%) e minerais (4,01%), sendo mais adequada para formulações nutricionalmente equilibradas, enquanto FA se destacou pelo elevado teor de lipídios (62,67%), especialmente gorduras saturadas (55,96%), com maior retenção de vitamina C (9,95 mg/100g). Ambas apresentaram baixa umidade e atividade de água, garantindo maior estabilidade e segurança microbiológica. O método MSCD demonstrou-se eficaz e viável em escala laboratorial, representando uma alternativa promissora para o aproveitamento do licuri na alimentação humana, além de contribuir para a valorização econômica do fruto e a autonomia das comunidades extrativistas do sertão baiano.

**Palavras–chave:** oleaginosas; extrativismo sustentável; agricultura familiar; conservação; ácidos graxos; segurança alimentar

**Abstract**: Licuri (Syagrus coronata), a palm tree native to the Caatinga, has important nutritional and sociocultural value, especially for communities in the semiarid region of Bahia. This study aimed to develop a standardized and effective method for the production and preservation of licuri flour, aiming to expand its potential use and strengthen its production chain. The Controlled Drying Method with Dehydrator (MSCD) was proposed, producing licuri flours obtained from the dried almond (FA) and from the cake (FT). The produced flours were subjected to physicochemical, centesimal, and lipid profile analyses. The results revealed that FT had a higher protein (23.33%), carbohydrate (38.50%), and mineral (4.01%) content, being more suitable for nutritionally balanced formulations, while FA stood out for its high lipid content (62.67%), especially saturated fat (55.96%), with greater retention of vitamin C (9.95 mg/100g). Both presented low moisture and water activity, ensuring greater microbiological stability

and safety. The MSCD method proved effective and viable on a laboratory scale, representing a promising alternative for the use of licuri in human nutrition, in addition to contributing to the economic valorization of the fruit and the autonomy of extractive communities in the Bahian hinterland.

**Keywords:** oilseeds; sustainable extraction; family farming; conservation; fatty acids; food security

## INTRODUÇÃO

O licuri (*Syagrus coronata*) é o fruto nativo e prolífico do bioma Caatinga, de porte mediano, predominando nas regiões secas e pedregosas do semiárido baiano e encontra-se entre as principais espécies exploradas (1). Conhecida como a “árvore salvadora da vida”, por ser uma palmeira totalmente aproveitável, a palmeira desenvolve um importante papel socioeconômico, cultural e ambiental para a subsistência do sertanejo (2). Essa palmeira, pertencente à família Arecaceae, floresce e frutifica por um longo período do ano, adentrando em zonas de transição com outras vegetações como o Cerrado e a Restinga (3). O licurizeiro (Figura 1), contribui para a renda de muitos agricultores familiares no sertão da Bahia, proporcionando uma diversidade vasta no uso e aproveitamento de seus componentes, desde sua folhagem para a fabricação de artesanatos, como de seu fruto, o licuri ou ouricuri como é conhecido (4).

A polpa e as amêndoas do fruto do licurizeiro são consumidas in natura e podem ser empregadas para o desenvolvimento de diversos produtos alimentícios de elevado valor agregado, devido ao seu excelente conteúdo nutricional, desempenhando um papel significativo na segurança alimentar (5). A composição nutricional das amêndoas indica que estas são altamente calóricas e constituídas principalmente de lipídios (35-50%), desses a maior parte são de gorduras insaturadas, e proteínas (5-13%), apresentando grande potencial a ser explorado (6).

As amêndoas de licuri também possuem grandes quantidades de carotenóides, que são substâncias com grande atividade antioxidante que estimulam a comunicação célula-célula, inibem a proliferação celular e atuam na resposta imune do organismo (7). A potencialidade de aproveitamento do licuri como alimento com alegação de propriedade funcional abre um leque de possibilidades para a sua comercialização de forma integral ou como ingrediente secundário na incorporação de produtos destinados ao consumo humano.

Figura 1 – Palmeira e cacho de licuri verde.

Fonte: Aroucha e Aroucha, 2013

Nesse cenário, a produção da farinha de licuri é um produto que se destaca pelo seu alto teor de proteínas e atividade antioxidante (8). Após sofrerem maturação completa, os frutos desprendem-se do cacho e caem no chão, onde podem ser contaminados por microrganismos, com deterioração e alteração em praticamente todas as partes do fruto, podendo comprometer a sua qualidade alimentar, sensorial e nutricional (9).

Em 2023, a Bahia foi responsável por mais de 90% da produção nacional de licuri, alcançando 1.054 toneladas do fruto naquele ano, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (10). Com base na Revista Bahia Produtiva (11), a diversificação, ampliação e melhoria das práticas produtivas da cadeia do licuri têm fortalecido seu sistema produtivo, que se consolida como um vetor estratégico de geração de renda para a agricultura familiar baiana (11).

O licuri tem transformado a vida de diversas famílias que atuam com o beneficiamento da amêndoa que resulta em uma diversidade de produtos, sendo uma atividade executada majoritariamente por mulheres rurais, chamadas de “quebradeiras de licuri”, que historicamente realizam a quebra do licuri de forma manual. No estado, a produção de licuri se destaca principalmente no Território de Identidade do Sisal, que está situado no semiárido baiano, abrangendo vinte municípios: Araci, Barrocas, Biritinga, Candeal, Cansanção, Conceição do Coité, Ichu, Itiúba, Lamarão, Monte Santo, Queimadas, Retirolândia, São Domingos, Quijingue, Nordestina, Santaluz, Serrinha, Teofilândia, Tucano e Valente (Figura 02). No total, o Território do Sisal ocupa uma área de 3,6% da área total do estado da Bahia, que é de 564.692 km² (11).

Agricultores familiares desse Território, principalmente da região do município de Monte Santo, se destacam na produção e beneficiamento do licuri, com desenvolvimento e comercialização de diversos produtos alimentícios utilizando essa amêndoa. A Cooperativa Regional de Agricultores (as) Familiares e Extrativistas da

Economia Solidária (COOPERSABOR), do município de Monte Santo, registrou faturamento recorde de R$ 2,4 milhões em receita bruta no ano de 2022, com a comercialização de produtos derivados do licuri, como azeite de licuri, cerveja de licuri, licuri caramelizado e balas de licuri, que estão alcançando cada vez mais mercados, dentro e fora do estado da Bahia.

A COOPERSABOR e a Escola Família Agrícola do Sertão (EFASE), localizadas na cidade de Monte Santo desempenham papeis fundamentais como instituições parceiras na realização desta pesquisa.

A COOPERSABOR foi constituída em 2014 e envolve atualmente grupos produtivos dos municípios de Monte Santo, Cansanção e Itiúba, com grande potencialidade para estender-se pela região. O alicerce da COOPERSABOR é o trabalho realizado pela Associação Regional dos Grupos Solidários de Geração de Renda (ARESOL) e entidades parceiras integrantes do Grupo Regional de Economia Popular e Solidaria (GREPS), junto às comunidades tradicionais de fundo de pasto, quilombolas e assentamentos. A ARESOL é uma rede de grupos produtivos solidários, formada por associações e grupos de pequenos agricultores e agricultoras que desenvolvem uma produção autossustentável e de convivência com o semiárido, baseada nos princípios da Economia Popular Solidária. O trabalho vai desde a articulação até a organização de grupos produtivos e solidários, principalmente de mulheres e jovens em diversas atividades produtivas.

Dentre as atividades desenvolvidas pela cooperativa, destacam-se o agroextrativismo e beneficiamento de frutas nativas, a exemplo do umbu e do maracujá da caatinga, assim como do licuri. Também são beneficiadas as frutas cultivadas nos quintais das propriedades dos agricultores/as como: acerola, manga, goiaba, entre outras (12).

A Escola Família Agrícola do Sertão (EFASE), é uma entidade educacional com trajetória de 20 anos, que promove a formação de técnicos, com perfil para contribuir com as famílias, comunidades e organizações sociais, a partir dos princípios da cooperação e da produção agroecológica. Atualmente a escola possui estudantes de 20 municípios do estado da Bahia. A escola surgiu em 1998, em um contexto de conflitos agrários na região, consequência da concentração de terras, da grilagem e da conivência dos poderes públicos com os desmandos dos latifundiários. No campo educacional, a região era marcada pela carência de vagas nas escolas, evasão, repetência escolar e de um ensino descontextualizado e longe das reais necessidades das comunidades camponesas. Nesse sentido, o desafio inicial seria formar filhos de

agricultores como técnicos agrícolas com capacidade de contribuir com as comunidades no campo da produção e da organização política.

A EFASE possui uma unidade pedagógica e produtiva de beneficiamento do Licuri (Figura 2), onde se produz azeite de licuri, óleo bruto de licuri e produtos para alimentação animal, como rações e a “torta”. Nesta unidade também são realizadas pesquisas para utilização da casca do licuri como energia térmica e pesquisas no desenvolvimento de máquinas para beneficiamento do licuri, como a despeladeira e a quebradeira, que são necessárias para quebra e despela do coquilho e remoção da amêndoa. A EFASE é mantida pela Associação Comunitária Terra Sertaneja (ACOTERRA), que mantém vínculos sócio cooperativos com agroextrativistas locais — conhecidas(os) como “licurizeiras(os)” —, padronizando e minimizando erros e variações na qualidade das amêndoas e das tortas utilizadas na pesquisa.

A farinha de licuri já faz parte do conhecimento gastronômico das mulheres e famílias tradicionais da zona rural de regiões marcadas pelo extrativismo articulado e dinâmico do licuri (13). Na região de Monte Santo no Estado da Bahia, a farinha de licuri produzida por estas famílias se deteriora em poucos dias pela falta de tecnologia ou método de produção que possibilite a sua conservação de forma eficaz, inviabilizando a sua comercialização. A farinha de licuri pode ser utilizada na forma integral ou como matéria-prima para enriquecimento de outras farinhas amplamente comercializadas, como a farinha de trigo, de milho e de mandioca, contribuindo para aumentar o teor de proteínas e carotenoides e fornecendo um grande diferencial as farinhas tradicionais. Além disso, pode ser utilizada para fabricação de diversos produtos, como pães, biscoitos, bolos, entre outros.

Figura 2 – Unidade de Beneficiamento de Derivados do Licuri da EFASE.

Fonte: Autores, 2025.

Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivo desenvolver uma metodologia de produção específica, denominada MSCD (Método de Secagem Controlada com Desidratador), com intuito de assegurar a conservação da farinha de licuri em condições adequadas ao consumo humano. Esse método de produção contempla, além da etapa de secagem padronizada, os cuidados pré-processamento com a matéria-prima, bem como as condições de acondicionamento da farinha obtida. contribuindo para o fortalecimento da cadeia produtiva do licuri na Bahia e a valorização comercial de seus derivados.

## MATERIAL E MÉTODOS

As atividades experimentais descritas foram executadas na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) nos laboratórios do campus CETENS - Centro de Ciência e Tecnologia Energia e Sustentabilidade localizado em Feira de Santana, Bahia, e na Unidade de Beneficiamento de Derivados do Licuri localizado na Escola Família Agrícola do Sertão (EFASE), na zona rural de Monte Santo, Bahia.

### Obtenção da farinha de licuri pelo método MSCD

Para o desenvolvimento da farinha de licuri, foram testados por duas abordagens: um a partir da amêndoa seca de licuri, que será referida neste trabalho como FA (farinha da amêndoa) e outro a partir da torta de licuri, denominada FT (farinha da torta). A Figura 3 ilustra as matérias-primas para produção de FA e FT. A torta de licuri é um subproduto sólido gerado após a extração do óleo de licuri por prensagem a frio das amêndoas secas. Ressalta-se que, mesmo após a prensagem a frio, a torta de licuri ainda mantém certa quantidade de óleo em sua composição, sendo importante o seu imediato processamento ou congelamento, a fim de prevenir a deterioração da torta de licuri.

Figura 3 - Amêndoa seca de licuri e torta de licuri, respectivamente.

Fonte: Autores, 2025.

Inicialmente a seleção da matéria-prima (quando utilizado a amêndoa seca) torna-se necessária para a retirada de cascas, sujidades e amêndoas em estado avançado de deterioração, evitando assim contaminações de natureza física e microbiológica. A trituração foi feita por meio de adição de água na proporção 2:1 (água/licuri) quando utilizada a amêndoa seca e na proporção 6:1 (água/licuri) quando utilizada a torta, com o auxílio do liquidificador de 30 litros COLOMBO de 3500 rpm.

A prensagem e filtração foram realizadas manualmente com o auxílio de um coador de pano *voal*. Após a retirada do extrato líquido, o licuri triturado foi levado ao desidratador elétrico DAS modelo DS-800 de 700 watts de potência a 70ºC durante 180 minutos, utilizando placas perfuradas para otimizar a eficiência da desidratação, nesta fase, é importante que o licuri triturado seja disposto em camadas finas e uniformes sobre as placas. A moedura e padronização granulométrica de FT foi feito em moinho de facas SOLAB, modelo SL-30, ajustada com peneira de aço inox *mesh* 30. Logo após, a farinha de licuri foi acondicionada a vácuo em sacos de polietileno, utilizando seladora a vácuo CETRO, modelo CVPS 290 R.

**Caracterização físico-química das farinhas de licuri**

As farinhas foram submetidas a análises físico-químicas de determinação do pH, umidade, atividade de água e acidez total titulável, conforme metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (14). O valor de pH foi obtido por análise direta com pHmetro INSTRUTHERM, modelo PH-5000, previamente calibrado com soluções-tampões de pH 4, 7 e 9; a determinação de umidade ocorreu por meio do analisador de umidade por infravermelho SHIMADZU, modelo MOC63, operado a 105°C; a atividade de água foi definida com o uso do analisador NOVASINA, modelo LABSWIFT-AW; a acidez total titulável foi determinada por método titulométrico com solução de hidróxido de sódio 0,1M.

**Caracterização da composição das farinhas de licuri**

As farinhas de licuri também passaram por análises de composição, incluindo teor de proteínas, carboidratos, minerais, gordura total, gorduras saturadas e insaturadas, e vitamina C, conforme Instituto Adolfo Lutz (14). O teor de proteínas foi calculado pelo método Kjeldahl; a porcentagem de carboidratos totais foi obtida por diferença; a determinação do resíduo mineral fixo foi obtido por gravimetria após incineração das amostras à 550ºC em mufla, até peso constante. A vitamina C foi

calculada por titulação de iodato de potássio. A extração dos lipídios totais foi realizada utilizando a mistura de clorofórmio/metanol (2:1) (15).

**Perfil das gorduras e de ácidos graxos**

O perfil das gorduras e a caracterização dos ácidos graxos foi realizada por cromatografia gasosa (15). Uma fração do extrato lipídico foi concentrada em rotaevaporador e submetida à saponificação. Em seguida, os ácidos graxos foram convertidos em ésteres metílicos (FAMEs) por transesterificação. A quantificação e o perfil dos ácidos graxos foram determinados por cromatografia gasosa, sendo a identificação realizada por comparação dos tempos de retenção dos FAMEs das amostras com os dos padrões comerciais, com o auxílio de cromatografia gasosa de alta resolução.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação do método MSCD desenvolvido, as farinhas de licuri obtidas (Figuras 4 e 5) apresentaram coloração predominantemente bege-clara e branca, com tonalidades marrons claras e escuras distribuídas ao longo da amostra, características da própria amêndoa do fruto. Tal aspecto visual pode ser atribuído também à presença de fragmentos residuais da casca, à oxidação de constituintes naturais do fruto e ao impacto térmico da torrefação durante o processamento. Ademais, fatores edafoclimáticos das regiões ou comunidades de coleta do licuri (como tipo de solo, regime de chuvas, temperatura e manejo local) podem impactar diretamente os atributos visuais das amêndoas, e tais variações reforçam a necessidade do controle da origem da matéria-prima visando à padronização das características do produto final.

A farinha FT apresentou textura fina, compacta e com boa uniformidade, evidenciando maior controle no processo de moagem. Em contraste, a farinha FA exibiu uma textura visualmente mais rústica, com granulometria grossa e distribuição heterogênea de partículas. Devido ao seu elevado teor lipídico, FA também apresentou textura pastosa e tendência à liquefação durante testes de processamento em moinho de facas, o que inviabilizou a utilização desse equipamento para o objetivo proposto.

Figura 4 – Farinha da torta do licuri: ampliada e embalada à vácuo, respectivamente.

Fonte: Autores, 2025.

Figura 5 - Farinha da amêndoa do licuri: ampliada e embalada à vácuo, respectivamente.

Fonte: Autores, 2025.

Os resultados da caracterização físico-química e da composição centesimal das farinhas de licuri são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 1 e 2. A quantificação e perfil de ácidos graxos é apresentada na Tabela 3.

Tabela 1 – Resultado da caracterização físico-química das farinhas de licuri.

| **Produtos** | **Parâmetros*** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **pH** | **Atividade de água** | **Umidade (%)** | **Acidez (mg /100g)** |
| Farinha da torta do licuri | 5,66 ± 0,02 | 0,164 ± 0,006 | 4,33 ± 0,04 | 0,94 ± 0,02 |
| Farinha da amêndoa do licuri | 5,92 ± 0,02 | 0,164 ± 0,004 | 1,52 ± 0,14 | 0,21 ± 0,01 |

*Média ± desvio padrão. Fonte: Autores, 2025.

Como pode ser observado na Tabela 1, os valores de pH demonstram que as farinhas são levemente ácidas, com valores entre 5,66 e 5,92. Esses resultados corroboram com os achados de Carneiro (2020) para a farinha de licuri (pH 5,9),

aproximam-se dos valores da farinha de coco (*Cocos nucifera*) (pH 6,07), conforme (16), e da farinha de castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*) (pH 6,17), conforme (17).

Tabela 2 – Resultado da composição das farinhas de licuri.

| **Composição*** | **Produtos** | |
|---|---|---|
| | **Farinha da torta do licuri** | **Farinha da amêndoa do licuri** |
| Proteínas (%) | 23,33 ± 1,36 | 17,57 ± 1,11 |
| Carboidratos (%) | 38,50 ± 1,23 | 15,88 ± 1,12 |
| Minerais (%) | 4,01 ± 0,62 | 2,36 ± 0,68 |
| Gordura total (%) | 29,83 ± 3,38 | 62,67 ± 7,11 |
| Gordura Saturada (%) | 27,15 ± 3,08 | 55,96 ± 6,35 |
| Gordura Insaturada (%) | 2,68 ± 0,30 | 6,71 ± 0m76 |
| Gordura monoinsaturada (%) | 2,22 ± 0,25 | 5,50 ± 0,62 |
| Vitamina C (mg /100g) | 4,09 ± 0,84 | 9,95 ± 1,63 |

*Média ± desvio padrão. Fonte: Autores, 2025

As duas farinhas apresentaram 0,164 de atividade de água (Aa), alimentos com Aa abaixo de 0,2 são considerados extremamente secos, o que inibe a atuação de enzimas (18), esse fator é especialmente relevante para a farinha de licuri que pode sofrer rancificação por ação de enzimas hidrolíticas.

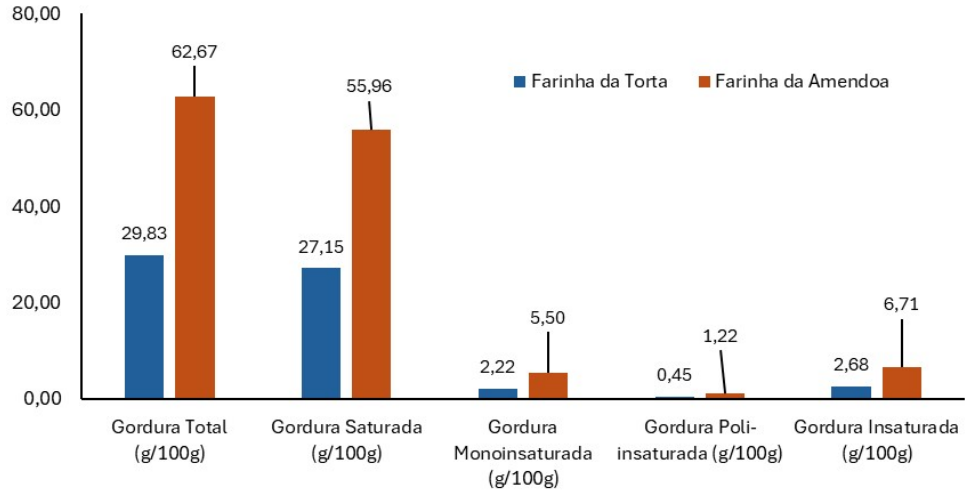
O teor de umidade apresentou-se dentro dos limites estabelecidos pela ANVISA, que fixa o valor máximo em 15% para farinhas, conforme a RDC nº 711, de 1º de julho de 2022 (19). A baixa acidez observada nas farinhas (0,94 e 0,21 mg/100g) representa um indicativo positivo do estado de conservação das amostras, visto que altos níveis de acidez em alimentos derivados de oleaginosas indicam a quebra das cadeias lipídicas, refletindo maior grau de deterioração (20). Ressalta-se, contudo, que os níveis de acidez podem variar em função de fatores edafoclimáticos inerentes aos locais de ocorrência dos licurizeiros.

A análise do teor de vitamina C (Tabela 2) evidenciou maior retenção do composto nas amostras de FA (9,95 mg/100 g), em comparação às de FT (4,09 mg/100 g), o que pode estar relacionado à menor exposição ao oxigênio em função da ausência do processo de prensagem, favorecendo a estabilidade de compostos oxirredutores como o ácido ascórbico.

A análise centesimal revelou teores expressivos de gordura saturada nas duas farinhas avaliadas, sendo significativamente maior em FA (55,96 ± 6,35 %), em comparação à FT (27,15 ± 3,08 %), esses valores refletem as características lipídicas do licuri, uma oleaginosa rica em ácidos graxos saturados (21). Cabe destacar que existem diferenças marcantes entre FT e FA, refletindo características intrínsecas das matérias-primas. A FA apresentou teores significativos de gorduras totais (62,67%), mais que o dobro apresentado por FT (29,85%). Por outro lado, FT apresentou maior teor de proteínas (23,33%) e carboidratos (38,50%), quando comparada a FA (17,57% e 15,88%, respectivamente). O conteúdo de minerais foi maior em FT (4,01%).

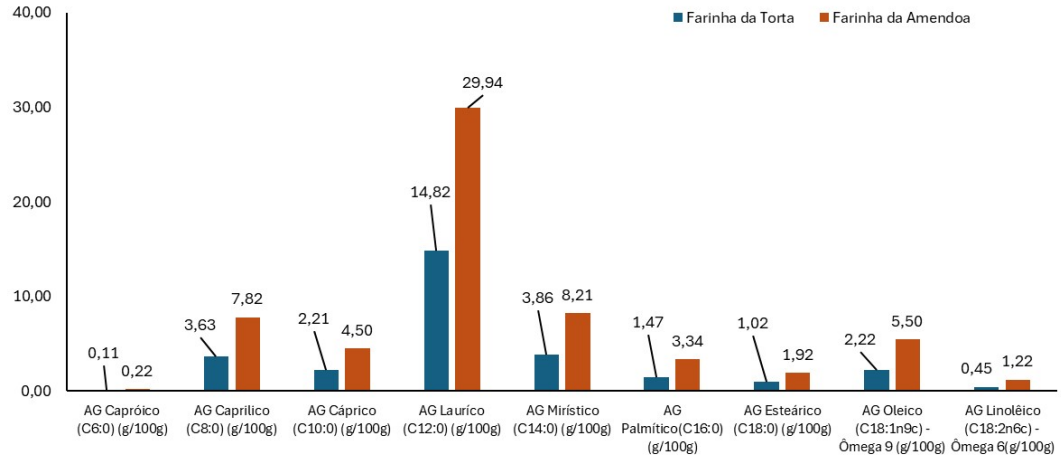
A Figura 6 apresenta o gráfico com o perfil de gorduras das farinhas, que evidencia que FA apresentou maior teor de gorduras insaturadas (6,71%) comparado a FT (2,68%), esse resultado indica a presença de ácidos graxos insaturados, como o oleico, que contribuem positivamente para o perfil lipídico do produto. A Figura 7 apresenta o gráfico do perfil de ácidos graxos das farinhas, na qual observa-se que a farinha FA, com seu elevado conteúdo lipídico, especialmente de ácidos graxos saturados, com destaque para o ácido láurico (C12:0), indica potencialidade em aplicações específicas para produtos com foco em funcionalidade sensorial e calórica.

Figura 6 – Perfil de gorduras das farinhas.




Fonte: Autores, 2025.

Figura 7 – Perfil de ácidos graxos das farinhas.




Fonte: Autores, 2025.

A variação entre as farinhas evidencia o impacto do processo de prensagem no teor de lipídios. FA, por não ser submetida à extração de óleo, retém maior quantidade de gordura e compostos hidrossolúveis sensíveis à oxidação, como a vitamina C. Já a FT, concentrou níveis mais elevados de proteínas, carboidratos e minerais, mostrando-se mais adequado para uso em formulações com menor teor de gordura e nutricionalmente equilibradas.

## CONCLUSÕES

Atualmente, a torta de licuri, subproduto obtido após prensagem a frio da amêndoa, tem uso limitado à alimentação de ruminantes (22; 23; 24; 25). Em contrapartida, a utilização da torta de licuri para a produção de farinha representa uma alternativa promissora para alimentação humana. A composição da amêndoa do licuri confere propriedades desejáveis para o desenvolvimento de farinhas com alta estabilidade oxidativa, além de ampliar suas possibilidades de aplicação na formulação de alimentos funcionais, enriquecidos ou com apelo nutricional diferenciado.

Este trabalho responde a uma lacuna importante na prática do beneficiamento do licuri: a ausência de uma metodologia padronizada e tecnicamente viável para a produção e conservação da farinha alimentícia de licuri. Essa carência é especialmente crítica em contextos de agricultura familiar e extrativismo comunitário, onde a falta de tecnologias apropriadas inviabiliza a conservação destes derivados, comprometendo a segurança alimentar e limitando a inserção comercial desses produtos.

O método MSCD desenvolvido nesta pesquisa apresenta uma solução segura na produção da farinha de licuri, além de demonstrou um elevado aproveitamento, uma

vez que também permite a obtenção do extrato vegetal de licuri, ingrediente tradicionalmente utilizado na culinária sertaneja. Entretanto, como os ensaios foram desenvolvidos em escala laboratorial, persiste uma lacuna estrutural relevante: a aquisição de equipamentos necessários (desidratadores, seladoras a vácuo e moinhos adequados) pelas associações e cooperativas rurais, para que o método seja aplicado em escala produtiva.

Desse modo, ações planejadas de beneficiamento e processamento de alimentos da agricultura familiar são instrumentos de valorização das comunidades rurais, contribuindo para a diversificação e o fortalecimento de cadeias produtivas no beneficiamento do licuri.

**AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo financiamento do projeto, Termo de Outorga TSC 0014/2023; à UFRB – Campus CETENS e à EFASE pela disponibilização da estrutura necessária para a realização deste projeto de pesquisa, assim como pela doação das matérias-primas.

**REFERÊNCIAS**

(1) MMA - Ministério do Meio Ambiente. Licuri: boas práticas para o extrativismo sustentável orgânico. Brasília, DF: MMA, 2017.

(2) ROCHA, K. M. R.; CHAVES, L. F. C.; PASSOS, M. A. A.; MACHADO, I. C. S. Biologia reprodutiva da palmeira licuri (*Syagrus coronata (Mart.) Becc.*) (*Arecaceae*) na ecorregião do Raso da Catarina, Bahia. Recife, Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) UFRPE, 2009.

(3) AROUCHA, E. P. T. L., AROUCHA M. L., Boas Práticas de Manejo para o Extrativismo Sustentável do Licuri. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2013.

(4) DRUMOND, M. A. et al. Licuri *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. 2007.

(5) PAULA-FILHO, G. X., BARREIRA, T. F., RODRIGUES, V. C. C., CARDOSO, L. M., MARTINO, H. S. D., PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Study of the physical and physicochemical characteristics of fruits of the licuri palm (*Syagrus coronata (Mart.) Becc.*) found in the Atlantic Forest of Minas Gerais, Brazil. Food Sci. Technol, Campinas, 35(3): 474-480, Jul.-Set. 2015.

(6) MENDES M. L. M., GUIMARÃES J. S., SHIOSAKI R. K., Licuri (*Syagrus coronata*): características, importâncias, potenciais e perspectivas do pequeno coco do Brasil. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 58, p. 169-192, 2021.

(7) PEREIRA, G. S. L. et al. Evaluation of quality parameters, physicochemical and bioactive properties of licuri oil (*Syagrus coronata*). Food Research International, v. 208, p. 116157, 2025.

(8) CREPALDI, I. C. et al. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata (Martius) Beccari*). Brazilian Journal of Botany, v. 24, p. 155-159, 2001.

(9) DE JESUS, D. S.; DOS SANTOS, C. R. S. Programa colhedores de licuri: uma proposta de metodologia para inovação e inclusão social. ciKi: Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação, 1(1), 1-6, 2017.

(10) IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, PEVS. 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=resultados. Acesso: 29 de junho de 2025.

(11) CAR - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E AÇÃO REGIONAL. Revista Bahia Produtiva: a força das mulheres produtivas. Salvador: CAR/SDR, ano 3, n. 3, mar. 2022. Disponível em: https://www.car.ba.gov.br/sites/default/files/2022-03/Revista_Bahia_Produtiva_Mulheres_Digital.pdf. Acesso: 30 de junho de 2025.

(12) RAZERA, M. L. Palmeira do sertão: caracterização da cadeia produtiva do licuri (*Syagrus coronata Martius Beccari*) em regiões da Bahia. 2021.

(13) DE CARVALHO, A. J. A.; DOS SANTOS FERREIRA, M. H. Festa do Licuri: Espaço de educação não-formal no semiárido baiano. 2016.

(14) LUTZ, Instituto Adolfo. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: ANVISA, 2008.

(15) COSTA, S. S. et al. Influence of nitrogen on growth, biomass composition, production, and properties of polyhydroxyalkanoates (PHAs) by microalgae. International journal of biological macromolecules, v. 116, p. 552-562, 2018.

(16) PORTUGAL, L.S. F. T.; ASSIS, C. F.; JÁCOME, M. C. M. B. Caracterização físico-química da farinha de coco para a produção de lipase por *Aspergillus terreus*. 2024.

(17) TEIXEIRA, C. P. et al. Biscoitos sem glúten: percepção dos consumidores brasileiros e desenvolvimento de formulação com farinha de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*). 2021.

(18) BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Introdução à química de alimentos. rev. ampl. São Paulo: Livraria Varela, 2001.

(19) BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n° 711, de 1° de junho de 2022. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, Seção 1, p. 183. 2022.

(20) SAKAINO, M. et al. Carboxylic acids derived from triacylglycerols that contribute to the increase in acid value during the thermal oxidation of oils. Scientific Reports, v. 12, n. 1, p. 12460, 2022.

(21) MIRANDA, K. E. S.; SILVA, S. M. Qualidade e atividade antioxidante de fruto e seu óleo de genótipos do licurizeiro (*Syagrus coronata*). João Pessoa, Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) UFPB, 2011.

(22) ANTUNES, C. R. Torta de licuri em dietas para cordeiros confinados. Itapetinga, BA: UESB, 2019.

(23) GARATE, A. D. Uso do licuri (*syagrus coronate*) moído na alimentação de cordeiros. 2020.

(24) NOGUEIRA, A. S. Torta de Licuri na alimentação de ovinos. (s.l.) Universidade Federal de Viçosa - UFV, 2013.

(25) SANTOS, M. H.; SIMIONATO J. I.; GUALBERTO S.; SANTANA R.; SILVA M., Quantificação de compostos bioativos da farinha de licuri: fenólicos totais e fibras. Agrarian Academy, v. 1, n. 02, 2014.

# DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE SENSORIAL DE ANÁLOGO VEGETAL DE QUEIJO À BASE DE MANDIOCA COM ORA-PRO-NÓBIS E AQUAFABA

# DEVELOPMENT AND SENSORY ANALYSIS OF A PLANT ANALOGUE OF MANDIOCA-BASED CHEESE WITH ORA-PRO-NOBIS AND AQUAFABA

**DOI: 10.65747/conali2025v2c05**

**João Ícaro Sá Medeiros [1]; Valdecir Viana Silva[2]; Marina Cabral Rebouças[3]; Janaína Maria Martins Vieira[4]; Larissa Morais Ribeiro da Silva[5]; Thayane Rabelo Braga Farias[6].**

[1]Estudante do Curso de Engelharia de Alimentos - IDR– UNILAB; [2]Estudante do Curso de Engelharia de Alimentos - IDR– UNILAB; [3]Docente do Instituto de Desenvolvimento Rural – IDR – UNILAB; [4]Docente do Instituto de Desenvolvimento Rural – IDR – UNILAB; [5]Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos – DEAL – UFC; [6]Docente do Instituto de Desenvolvimento Rural – IDR – UNILAB.

Contato: icarosa@aluno.unilab.edu.br

**Resumo:** O aumento da conscientização sobre os benefícios de uma alimentação *plant-based,* aliado ao desejo de reduzir o consumo de produtos animais, tem atraído tanto consumidores veganos quanto não veganos. Com isso, as empresas do setor estão se focando em expandir e diversificar seus portfólios para atender a essa demanda crescente. A presente pesquisa teve como objetivo desenvolver um análogo de queijo vegano utilizando mandioca, ora-pro-nóbis e aquafaba, avaliando suas propriedades sensoriais. A proposta se justifica pela necessidade de alternativas tecnológicas viáveis e nutricionalmente adequadas aos queijos convencionais, contribuindo para a inovação em produtos *plant-based*. As formulações de análogo vegetal de queijo foram desenvolvidas no Laboratório de Laticínios da UNILAB, utilizando mandioca como base. Duas formulações foram preparadas, diferenciando-se pelo extrato aquoso empregado: aquafaba (líquido do cozimento do grão-de-bico) na Formulação A, e extrato aquoso de ora-pro-nóbis na Formulação B. Os resultados da análise estatística mostram que, a Formulação A (com aquafaba) e a Formulação B (com ora-pro-nóbis) embora tenham apresentado médias diferentes, estatisticamente não houve diferença significativa entre elas. A Formulação B teve uma aceitação sensorial ligeiramente maior que a A, mas ambas foram bem aceitas pelos provadores. O gráfico da atitude de compra mostrou que a Formulação B também foi mais bem avaliada. No entanto, estatisticamente, não houve diferença significativa entre as duas formulações. O estudo demonstrou que os análogos vegetais de queijo à base de mandioca apresentaram boa aceitação sensorial entre os consumidores avaliados. Dessa forma, ambas as formulações se mostraram promissoras como alternativas vegetais ao queijo convencional.

**Palavras–chave:** plant-based**;** sensorial; vegano

**Abstract:** The increasing awareness of the benefits of a plant-based diet, coupled with the desire to reduce the consumption of animal products, has attracted both vegan and non-vegan consumers. Consequently, companies in the sector are focusing on

expanding and diversifying their portfolios to meet this growing demand. This research aimed to develop a vegan cheese analogue using cassava, ora-pro-nóbis, and aquafaba, evaluating its sensory properties. The proposal is justified by the need for viable and nutritionally adequate technological alternatives to conventional cheeses, contributing to innovation in plant-based products. The formulations for the plant-based cheese analogue were developed at the Dairy Laboratory of UNILAB, using cassava as a base. Two formulations were prepared, differing in the aqueous extract used: aquafaba (chickpea cooking liquid) in Formulation A, and ora-pro-nóbis aqueous extract in Formulation B. The results of the statistical analysis show that, although Formulation A (with aquafaba) and Formulation B (with ora-pro-nóbis) presented different means, there was no statistically significant difference between them. Formulation B had slightly higher sensory acceptance than A, but both were well accepted by the tasters. The purchase intent chart showed that Formulation B was also better evaluated. However, statistically, there was no significant difference between the two formulations. The study demonstrated that the cassava-based plant analogues of cheese showed good sensory acceptance among the evaluated consumers. Thus, both formulations proved promising as plant-based alternatives to conventional cheese.

**Keywords:** plant-based; sensory; vegan

## INTRODUÇÃO

O aumento da conscientização sobre os benefícios de uma alimentação plant-based e o desejo de reduzir o consumo de produtos animais têm atraído tanto veganos quanto não veganos, ampliando o alcance do mercado. Nesse cenário, empresas buscam expandir e diversificar seus portfólios, tornando as alternativas lácteas um dos segmentos mais promissores (1). Pesquisas reforçam essa tendência: em dezembro de 2024, o Datafolha entrevistou 2.006 brasileiros e identificou que 7% se consideram veganos, número que chega a 9% no Nordeste. Além disso, 22% afirmaram já ter tentado parar de comer carne, sendo a saúde a principal motivação (74% no país e 80% no Nordeste), seguida por questões ambientais (43% e 48%) e pelo bem-estar animal (42% e 44%) (2).

O IBOPE (3), em pesquisa com 2.002 participantes, mostrou que 14% dos brasileiros e 17% dos nordestinos se declararam vegetarianos. Entre todos os respondentes, 55% disseram que consumiriam mais produtos vegetais se essa característica estivesse destacada nas embalagens (57% no Nordeste). Quanto à percepção da qualidade, 49% consideraram os produtos veganos equivalentes aos de origem animal (44% no Nordeste). Já em relação ao preço, 60% afirmaram que optariam pelos veganos caso fossem iguais aos convencionais, índice idêntico no Nordeste. Esses dados confirmam a adesão crescente a dietas com menos ingredientes animais, por razões éticas, ambientais e de saúde, impulsionando a demanda por alternativas a derivados lácteos.

Nesse contexto, ingredientes como mandioca, ora-pro-nóbis e aquafaba vêm ganhando destaque. A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), amplamente consumida no Brasil, é rica em carboidratos, com cerca de 30% de amido, 68% de umidade e pequenas quantidades de proteínas, fibras, lipídeos e minerais. Livre de glúten, apresenta propriedades funcionais importantes, como gelatinização, viscosidade e plasticidade, essenciais para a estabilidade e textura de produtos processados, incluindo queijos veganos (4). A ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* e *P. grandifolia*) também se destaca pelo alto teor proteico, chegando a 32,02 g/100 g em matéria seca na *P. grandifolia* e 28,99 g/100 g na *P. aculeata*, valores superiores aos de várias leguminosas. Além disso, é rica em fibras, cálcio, ferro e compostos bioativos, sendo relevante em dietas sem proteína animal (5).

Já a aquafaba, líquido do cozimento do grão-de-bico, é valorizada como substituto funcional do ovo, por sua elevada capacidade de formação de espumas, estabilidade de emulsões e resistência a variações de temperatura, o que permite seu uso em bolos, maioneses e sobremesas aeradas (6).

O mercado de alternativas lácteas tem apresentado crescimento acelerado. Estima-se que alcance US$ 55,42 bilhões até 2034, com taxa anual de 10,63%. Em 2025, deve chegar a US$ 22,33 bilhões, impulsionado pela procura por produtos sem lactose e opções mais saudáveis. A intolerância à lactose, que afeta cerca de 65% da população mundial, é um dos principais motores desse crescimento, somando-se às motivações éticas e ambientais (7).

Nesse cenário, a presente pesquisa buscou desenvolver um análogo de queijo vegano à base de mandioca, ora-pro-nóbis e aquafaba, avaliando suas propriedades sensoriais. A proposta se justifica pela necessidade de alternativas tecnológicas viáveis e nutricionalmente adequadas, contribuindo para a inovação em produtos plant-based e ampliando opções para consumidores com restrições alimentares ou preocupações éticas e ambientais.

## MATERIAL E MÉTODOS

As formulações de análogo vegetal de queijo foram desenvolvidas no Laboratório de Laticínios da UNILAB, utilizando mandioca (*Manihot esculenta*) como base. Duas formulações foram preparadas, diferenciando-se pelo extrato aquoso empregado: aquafaba (líquido do cozimento do grão-de-bico) na Formulação A, e extrato aquoso de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) na Formulação B.

A seguir, a Tabela 1 detalha os ingredientes e suas quantidades utilizadas em cada formulação.

Tabela 8 – Proporções dos ingredientes para elaboração dos análogos ao queijo vegetais.

| Ingredientes | Formulação A (%) | Formulação B (%) |
|---|---|---|
| Mandioca cozida | 38,5 | 38,5 |
| Aquafaba | 25,7 | - |
| Extrato de ora-pro-nóbis | - | 25,7 |
| Óleo de coco | 4,6 | 4,6 |
| Suco de limão | 1,5 | 1,5 |
| Sal | 0,8 | 0,8 |
| Cúrcuma em pó | 0,1 | 0,1 |
| Levedura nutricional | 3,1 | 3,1 |
| Polvilho Doce | 12,8 | 12,8 |
| Polvilho azedo | 12,8 | 12,8 |

Fonte: Autores, 2025

Os ingredientes utilizados para a elaboração das formulações de análogo vegetal de queijo foram: mandioca cozida (*Manihot esculenta*), aquafaba (líquido do cozimento do grão-de-bico), extrato aquoso de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), óleo de coco, suco de limão, sal, cúrcuma em pó, levedura nutricional (ingrediente opcional), polvilho doce e polvilho azedo, todos adquiridos no comércio local.

O extrato de ora-pro-nóbis foi obtido pela trituração de 2 g de folhas frescas em água previamente aquecida e posteriormente resfriada. As quantidades dos ingredientes foram aferidas com o auxílio de instrumentos disponíveis no ambiente laboratorial, incluindo recursos de medição convencionais, quando necessário. Posteriormente, os valores foram convertidos para o Sistema Internacional de Unidades, adotando-se, para referência, 250 ml como medida padrão de volume para porções maiores e 15 ml para porções menores. Para cada formulação, foram utilizados 375 ml de mandioca cozida, 250 ml do líquido correspondente (aquafaba ou extrato de ora-pro-nóbis), 45 ml de óleo de coco, 15 ml de suco de limão, 7,5 ml de sal, aproximadamente 1 g de cúrcuma em pó e 30 ml de levedura nutricional. A mistura foi processada em liquidificador até atingir completa homogeneização. Após esse processo, a massa homogênea resultante foi transferida para uma panela, onde foram incorporados 125 ml polvilho doce e 125 ml polvilho azedo.

A mistura foi submetida ao cozimento sob agitação constante até atingir consistência semelhante à de queijo fundido. Em seguida, concluído o processo de cocção, o material foi depositado em um recipiente de moldagem e, posteriormente,

submetido a congelamento por duas horas e armazenada sob refrigeração a 4 °C até a realização das análises microbiológicas. O rendimento da formulação contendo aquafaba foi de 665 g, sendo estimado rendimento semelhante para a formulação contendo ora-pro-nóbis. Ambas as formulações foram submetidas a análises microbiológicas para detecção de *Escherichia coli*, conforme o Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água (8) e com base nos limites da Instrução Normativa nº 161/2022 (9).

A avaliação sensorial foi conduzida no Laboratório de Análise Sensorial da UNILAB, com a participação de 60 provadores não treinados, pertencentes à comunidade acadêmica, a maioria sem experiência prévia com produtos vegetais. Cada participante recebeu cerca de 20 gramas das formulações A e B, que foram servidas em temperatura ambiente, codificadas com números de três dígitos e apresentadas em ordem balanceada, a fim de evitar interferências na sequência de apresentação. Entre as amostras, os provadores realizaram a lavagem do palato com água, garantindo a neutralização das percepções sensoriais residuais.

Antes da etapa sensorial, os participantes responderam a um questionário com informações sociodemográficas. Em seguida, avaliaram os seguintes atributos das amostras: sabor, cor, aroma, textura, impressão global (aceitação geral) e intenção de compra.

Os atributos sensoriais foram avaliados por meio de uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de “desgostei muitíssimo”, “nem gostei, nem desgostei”, até “gostei muitíssimo”. A intenção de compra foi avaliada por uma escala de atitude de 5 pontos, variando entre as opções: “com certeza não compraria”, “talvez comprasse/talvez não comprasse” e “com certeza compraria”. Além das escalas, o questionário incluía campos abertos nos quais os participantes podiam registrar comentários sobre as formulações A e B, indicando se gostaram ou não dos produtos e justificando suas percepções.

Os dados obtidos nas escalas sensoriais foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA), adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$), com o objetivo de verificar possíveis diferenças entre as formulações. Já a intenção de compra foi analisada de forma descritiva, sendo os resultados apresentados por meio de histogramas de frequência, que ilustram a distribuição das respostas dos provadores em relação a cada formulação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar a qualidade microbiológica do análogo ao queijo desenvolvido, foram realizadas análises quanto à presença da bactéria *Escherichia coli (E. coli)*, microrganismo indicador de falhas nas boas práticas de fabricação e possível contaminação fecal. Os resultados obtidos para as duas formulações testadas Formulação A (aquafaba) e Formulação B (ora-pro-nóbis) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados das análises microbiológicas das formulações do Análogo ao queijo

| Amostras | Escherichia coli (E. coli) | Resultados |
|---|---|---|
| Formulação A | 3.10^1UFC/g | Ausência |
| Formulação B | <10UFC/g | Ausência |

Fonte: Autores, 2025

Os resultados das análises microbiológicas estão de acordo com os limites estabelecidos pela Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, que define os padrões microbiológicos para alimentos no Brasil, neste caso para alimentos preparados prontos para o consumo contendo exclusivamente produtos de origem vegetal (9).

Ao analisar os dados sociodemográficos (Tabela 3), observa-se que a maioria dos participantes da pesquisa pertence ao gênero masculino (55%), enquanto o gênero feminino corresponde a 45%, indicando uma leve predominância do público masculino entre os respondentes. A faixa etária predominante foi de 18 a 25 anos (90%), revelando um perfil amostral jovem, composto por estudantes universitários, o que se confirma pelo alto percentual de indivíduos com ensino superior incompleto (93,33%). Esse dado sugere um público em formação acadêmica, o que pode refletir maior interesse ou envolvimento com temáticas inovadoras na área de alimentação, como o consumo de análogos vegetais.

Quanto à nacionalidade (Tabela 3), observa-se um predomínio de brasileiros (71,66%), seguido por uma diversidade representativa de participantes de outros países lusófonos, como Guiné-Bissau (10%), Moçambique (8,33%), Angola (8,33%) e Timor-Leste (1,66%).

Tabela 3 - Dados sociodemográficos dos participantes da pesquisa (n= 60).

| Dados sóciodemográficos | % |
|---|---|
| **Gênero** | |
| Masculino | 55% |
| Feminino | 45% |
| **Idade** | |

| | |
|---|---|
| 18 - 25 | 90% |
| 26 - 35 | 10% |
| **Escolaridade** | |
| Superior incompleto | 93,33% |
| 2° Grau completo | 6,66% |
| **Nacionalidade** | |
| Brasil | 71,66% |
| Guiné-Bissau | 10% |
| Moçambique | 8,33% |
| Angola | 8,33% |
| Timor-Leste | 1,66% |

Fonte: Autores, 2025

Em relação às características de consumo de queijo (Tabela 4), nota-se que 71,66% dos participantes afirmaram gostar “muito” e “muitíssimo” de queijo. A frequência de consumo semanal foi a mais citada (41,66%), o que sugere que o queijo está presente de forma consistente na rotina alimentar dos entrevistados. A soma dos que consomem queijo (diariamente e semanalmente) corresponde a 58,32%, reforçando o papel relevante desse alimento na dieta dos respondentes. Ainda que uma parcela (15%) tenha indicado consumir raramente, esse percentual é relativamente baixo, indicando baixa rejeição ao produto.

Tabela 4- Características de consumo dos participantes (n = 60).

| Características | % de consumidores |
|---|---|
| **Quanto gosta de queijo** | |
| Muitíssimo | 28,33% |
| Muito | 43,33% |
| Moderadamente | 28,33% |
| **Frequência de consumo de queijo** | |
| Diariamente | 16,66% |
| Semanalmente | 41,66% |
| Quinzenalmente | 10% |
| Mensalmente | 16,66% |
| Raramente | 15% |

Fonte: Autores, 2025

De acordo com os dados apresentados na Tabela 5, observa-se que a maioria dos participantes da pesquisa (85%) relatou nunca ter consumido análogo ao queijo vegetal, enquanto apenas 15% afirmaram já ter experimentado esse tipo de produto. Esses resultados indicam que o consumo de análogo ao queijo vegetais ainda é pouco comum entre os respondentes, possivelmente devido à falta de conhecimento sobre

esses produtos, à oferta limitada no mercado ou à preferência por queijos tradicionais de origem animal.

Resultados observados por Dalmina (10), que aplicou um questionário com 504 participantes e verificou que 54% já haviam consumido análogos vegetais de queijo, totalizando aproximadamente 272 respondentes. Embora os percentuais sejam diferentes, ambos os estudos demonstram que os análogos vegetais de queijo despertam interesse em uma parcela significativa dos consumidores.

Além disso, pesquisa realizada pela Tetra Pak durante a pandemia de Covid-19 revelou que, embora o consumo de queijos tradicionais tenha aumentado significativamente, o interesse por queijos veganos também cresceu, com 20% dos entrevistados brasileiros afirmando já ter consumido queijos de origem vegetal (11). Esses dados complementam os achados deste estudo, evidenciando a tendência de expansão do mercado de análogos vegetais de queijo, impulsionada pela busca por produtos mais naturais e sustentáveis.

Tabela 5 - Respostas dos participantes quanto ao conhecimento sobre análogo vegetal de queijo (n = 60).

| Perguntas | % |
|---|---|
| **Você já consumiu análogo vegetal de queijo?** | |
| Não | 85% |
| Sim | 15% |

Fontes: Autores, 2025.

A Tabela 6 apresenta as médias dos escores obtidos nos testes de aceitação sensorial (escala hedônica) e atitude de compra das duas formulações desenvolvidas. As formulações foram elaboradas com os mesmos ingredientes-base, diferenciando-se apenas pelo extrato aquoso adicionado: aquafaba na Formulação A e extrato aquoso de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) na Formulação B. Observa-se que ambas obtiveram médias acima do ponto neutro da escala hedônica (valor 5), indicando aceitação sensorial satisfatória por parte dos avaliadores.

Tabela 6 – Médias dos resultados do teste de escala hedônica e de atitude de compra das amostras (n = 60).

| | Cor | Aroma | Sabor | Textura | Impressão global | Atitude de compra |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Formulação A (FA) | 6,08[a] | 5,98[a] | 5,45[a] | 5,78[a] | 5,95[a] | 2,93[a] |
| Formulação B (FB) | 6,04[a] | 6,08[a] | 5,55[a] | 5,73[a] | 6,10[a] | 3,06[a] |

Fonte: Autores, 2025

Observou-se que não houve diferença significativa entre as amostras em nenhum dos atributos avaliados (cor, aroma, sabor, textura, impressão global e atitude de compra), conforme indicado pelas letras iguais nas colunas. A amostra FB apresentou médias ligeiramente superiores em aroma (6,08), sabor (5,55) e impressão global (6,10), contudo essas variações não configuraram preferência estatisticamente relevante em relação à amostra FA. Esses resultados indicam que a substituição da aquafaba (FA) pelo extrato de ora-pro-nóbis (FB) não comprometeu a aceitação sensorial do produto, evidenciando o potencial de ambas as formulações como alternativas viáveis para o desenvolvimento de análogos vegetais ao queijo.

As notas médias de aceitação global obtidas neste estudo (5,95 para FA e 6,10 para FB) ficaram abaixo do valor 7,0, considerado padrão de aceitação em testes sensoriais, sugerindo que, embora as formulações tenham apresentado desempenho equilibrado, não atingiram o nível de aceitação reportado em outros trabalhos. Nesse sentido, diferem do estudo de Mafaldo (12), no qual todas as formulações de queijo vegetal cremoso probiótico à base de amendoim apresentaram escores médios superiores a 7,0, além de diferenças significativas entre as amostras, especialmente em cor, sabor e textura, evidenciando preferência sensorial mais clara.

Taffarel (13) observou que substitutos veganos tipo queijo apresentaram percentuais de aceitação global entre 59% e 65%. Embora essa métrica seja distinta da escala hedônica utilizada no presente estudo e em Mafaldo (12), os resultados apontam para uma aceitação moderada, sem atingir níveis elevados. De forma consistente, essas comparações reforçam a viabilidade de alternativas vegetais aos lácteos convencionais, alinhadas à crescente demanda por produtos veganos, sem lactose e sem colesterol.

Dessa forma, ao situar os resultados deste trabalho entre os achados de Mafaldo (12) e Taffarel (13), observa-se que a aceitação das formulações avaliadas é intermediária: não atingiu o desempenho elevado relatado por Mafaldo, mas aproxima-se dos valores observados por Taffarel. Esse cenário evidencia tanto o potencial quanto os desafios existentes para aprimorar a atratividade sensorial de análogos vegetais ao queijo.

Tabela 7 – Respostas positivas selecionadas dos participantes sobre as formulações FA e FB (n = 60).

| **Respostas*** |
|---|
| Gostei da formulação B, gosto diferente do habitual. |
| As duas possuem sabor forte e suculento, gostei. |

| |
|---|
| Formulação B mais picante, mas prefiro a 1. |
| Amei as amostras, formulação B sabor e textura marcante. |
| São muitos saborosos comeria diariamente. |
| Gostei delas mais do que desgostei; compraria para testar. |

* O participante poderia escrever sua opinião sobre as formulações.

Fonte: Autores, 2025

Apesar das avaliações positivas, a Formulação B também gerou críticas em relação a aspectos sensoriais específicos, conforme apresentado na Tabela 8. Um dos comentários, por exemplo, descreveu a Formulação B como tendo “textura e sabor ruins”, enquanto outro avaliador mencionou que a Formulação B estava desagradável. Em contraste, em algumas das respostas, a Formulação A foi avaliada de forma mais estável, com menos rejeições, sendo descrita como apresentando “sabor e aroma satisfatórios’’.

Tabela 8 - Respostas negativas selecionadas dos participantes sobre as formulações FA e FB (n = 60).

| **Respostas*** |
|---|
| Formulação A sabor e aroma satisfatórios; formulação B desagradável. |
| As duas tem um aroma forte e sabor concentrado, diferente do habitual. |
| As duas tem textura boa, mas não suficiente para me convencer. |
| Formulação B com textura e sabor ruim. |

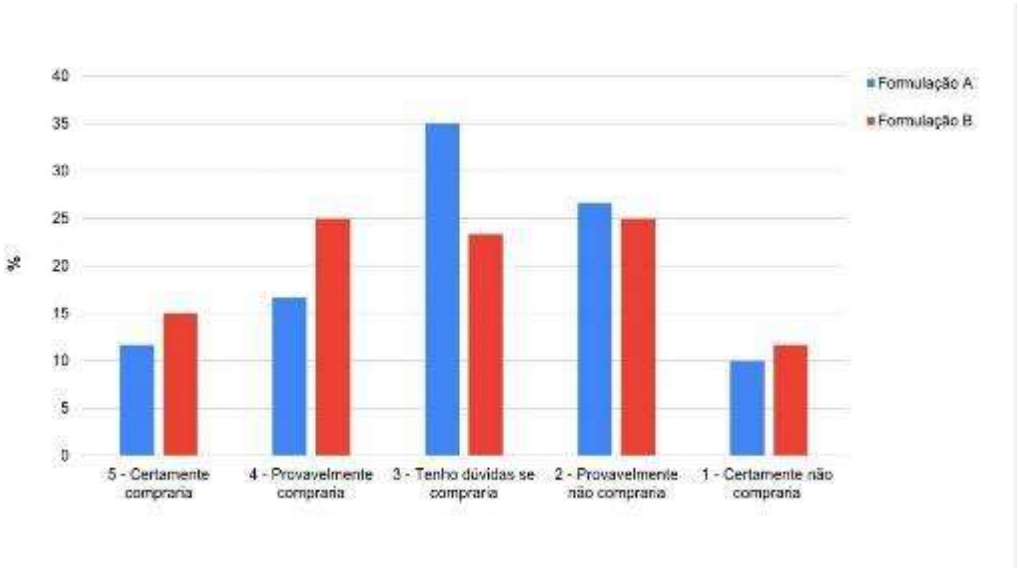
*O participante poderia escrever sua opinião sobre as formulações.

Fonte: Autores, 2025

Essa dualidade nas percepções reforça o caráter inovador da Formulação B, que, embora tenha gerado algumas reações negativas pontuais, também provocou um impacto positivo mais expressivo entre os participantes. Portanto, os dados sugerem que ambas as formulações foram bem recebidas, cada uma com características distintas de aceitação: a Formulação B, pelo seu perfil sensorial marcante e diferenciado; e a Formulação A, por sua proposta mais equilibrada, que conquistou uma aceitação estável entre os avaliadores.

O gráfico (figura 1) apresenta a distribuição percentual das respostas dos participantes quanto à intenção de compra das formulações avaliadas, com base em uma escala de 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria)

Figura 1 – Distribuição percentual das respostas de intenção de compra das amostras de análogo vegetal ao queijo (Formulação A e Formulação B) (n = 60).




Fonte: Autores, 2025

A Formulação A, um análogo de queijo elaborado com aquafaba (água do cozimento do grão-de-bico), apresentou maior frequência na categoria “tenho dúvidas se compraria” (nota 3), com aproximadamente 35% dos respondentes, indicando maior indecisão por parte dos avaliadores em relação a essa amostra

Por outro lado, o análogo de queijo da Formulação B, elaborada com extrato de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), obteve maior proporção de respostas nas categorias mais favoráveis. Cerca de 15% dos participantes atribuíram nota 5 (“certamente compraria”) e 25% deram nota 4 (“provavelmente compraria”), totalizando (40%) nas categorias positivas. Já a Formulação A obteve aproximadamente 12% e 17%, respectivamente, nessas categorias, somando (29%) de respostas positivas.

Nas categorias negativas, ambas as formulações apresentaram resultados similares, com cerca de (27%) dos avaliadores respondendo “provavelmente não compraria” (nota 2) para a Formulação A e (25%) para a Formulação B, e ambas apresentaram percentuais ligeiramente inferiores na opção “certamente não compraria” (nota 1), cerca de 10% e 12%, respectivamente.

A atitude de compra dos consumidores, pode ser influenciada por diversas variáveis e fatores motivadores presentes no momento da decisão (14). De acordo com Gomes, Domingues e Biazon (14), o comportamento do consumidor pode ser alterado conforme a situação em que está inserido, o que impacta diretamente no processo decisório e nos hábitos de consumo. Dessa forma, no presente estudo, observou-se que, embora a Formulação A (análogo de queijo com aquafaba) tenha gerado maior indecisão entre os avaliadores, a Formulação B (com extrato de ora-pro-nóbis) apresentou uma intenção de compra mais positiva.

## CONCLUSÕES

O estudo demonstrou que os análogos vegetais de queijo à base de mandioca apresentaram boa aceitação sensorial entre os consumidores avaliados. As formulações A, elaborada com aquafaba, e B, com extrato de ora-pro-nóbis, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas nos atributos sensoriais. Além disso, as intenções de compra média das duas formulações foram semelhantes, indicando que não é possível afirmar que a formulação B possui maior potencial de aceitação comercial. Observou-se, entretanto, que algumas críticas dos consumidores evidenciam pontos a serem aprimorados. Dessa forma, ambas as formulações se mostram promissoras como alternativas vegetais ao queijo convencional, embora estudos futuros sejam necessários para superar as limitações identificadas e otimizar a aceitação do produto.

## REFERÊNCIAS


1. SHIVARKAR, A. **Vegan food market size to soar USD 55.42 billion by 2034**. 20 jun. 2025. Disponível em: https://www.precedenceresearch.com/vegan-food-market. Acesso em: 03 jul. 2025.
2. MALUF, L. Pesquisa Datafolha revela que 7% dos brasileiros se consideram veganos. **SVB - Sociedade Vegetariana Brasileira**, 21 mar. 2025. Disponível em: https://svb.org.br/pesquisa-datafolha-revela-que-7-dos-brasileiros-se-consideram-veganos/. Acesso em: 02 jul. 2025.
3. IBOPE. **14% da população se declara vegetariana, segundo pesquisa do IBOPE inteligência**. 2018. Disponível em: https://www.ibopeinteligencia.com/noticias-e-pesquisas/14-da-populacao-se-declara-vegetariana/. Acesso em: 05 jul. 2025.
4. 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**. 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Universidade Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2004.
5. SOARES, L. C.; CASTRO, A. B.; MARTINS, M. V. Potencial antioxidante e valor nutricional das folhas da ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata Miller*): um estudo de revisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 6649-6659, 2022.
6. CARNELOSSI, A. C.; JANZANTTI, N. S. **Propriedades físicas, químicas e aplicação da espuma de aquafaba de grão-de-bico (*Cicer arietinum*) como substituta da clara em neve em preparações culinárias**. São José do Rio Preto, 30 ago. 2021. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/5488c8f8-409d-469b-9240-a005829b2b96.
7. PRECEDENCE RESEARCH. **Vegan food market size, share and trends 2025 to 2034. (S.l.): Precedence Research**, 2024. Disponível em: https://www.precedenceresearch.com/vegan-food-market. Acesso em: 22 set. 2025.

8. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 5.** ed. Brasília: Anvisa, 2018. 272 p.
9. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece as listas de padrões microbiológicos dos alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 2022.
10. DALMINA, N. Z.; MARIOT, R. F.; FRAZZON, J. **Análogos vegetais de queijos: aspectos legais e perfil do consumidor. Cio**, v. 2, n. 2, 2024. Disponível em: https://revistas.fcr.edu.br/cio/article/view/1948. Acesso em: 14 jul. 2025.
11. CANAL RURAL. Consumo de queijo cresce entre brasileiros durante a pandemia. **Revista Negócio Rural,** 8 jun. 2021. Disponível em: https://www.revistanegociorural.com.br/noticias/consumo-de-queijo-cresce-entre-brasileiros-durante-a-pandemia/. Acesso em: 14 jul. 2025.
12. MAFALDO, I. M. **Desenvolvimento de "queijo vegetal" cremoso probiótico à base de amendoim (*Arachis hypogaea*)**. 2019. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.
13. TAFFAREL, J. A. S. **Desenvolvimento de alimentos veganos tipo "queijo" e tipo "requeijão"**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/72766. Acesso em: 15 set. 2025.
14. DA SILVA GOMES, E. G.; DOMINGUES, D. A. S.; BIAZON, V. V. Comportamento do consumidor: fatores que influenciam o poder de compra. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 4, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.36560/14420211252. Acesso em: 14 jul. 2025.

# DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BISCOITOS ENRIQUECIDOS COM FARINHA DE ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata*)

# DEVELOPMENT AND SENSORY EVALUATION OF COOKIES ENRICHED WITH ORA-PRO-NOBIS (*Pereskia aculeata*) FLOUR

**DOI: 10.65747/conali2025v2c06**

**Katcilanya Menezes de Almeida[1]; Bruno Cecilio de Lira[2]; Aline Macedo Dantas[3]; Edlayane Nóbrega dos Santos[4]; Júlio César Bezerra Vilar[5]**

[1] Docente/pesquisador do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias-CCHSA, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroalimentar-DGTA, UFPB; [2] Estudante do Curso de Mestrado em Tecnologia Agroalimentar pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar-PPGTA, UFPB; [3] Pós-doc em Ciência de Alimentos da UFPB; [4] Pós Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Tecnologia Agroalimentar, UFPB; [5]Docente em Gastronomia pelo Instituto Federal da Paraíba-IFPB.

Contato: katcilanya@yahoo.com.br

**RESUMO:** Objetivou-se com o presente trabalho, desenvolver e avaliar sensorialmente biscoitos enriquecidos com farinha de Ora-Pro-Nóbis (*Pereskia aculeata*), uma planta alimentícia não convencional (PANC) rica em nutrientes, fibras, proteínas e compostos bioativos. A pesquisa foi realizada na Universidade Federal da Paraíba, com a elaboração de três formulações de biscoitos (F1, F2, F3), uma formulação padrão com 100% de farinha de trigo, e duas com substituições parciais por farinha de Ora-Pro-Nóbis a 10% e 15% respectivamente. Os biscoitos foram preparados no Laboratório de Panificação e avaliados por 100 provadores não treinados, utilizando escala hedônica para atributos sensoriais e intenção de compra. Os resultados indicaram que, embora a formulação padrão tenha sido a mais aceita, as amostras contendo Ora-Pro-Nóbis também apresentaram boa aceitação, com índices superiores a 70%. Diferenças sensoriais foram observadas entre as formulações, especialmente quanto à cor, textura e aroma, influenciadas pela presença da farinha da planta. A F3 apresentou coloração mais intensa e sabor mais característico, o que impactou levemente a aceitação. A intenção de compra para ambas as formulações enriquecidas também foi positiva, demonstrando viabilidade comercial. Conclui-se que a farinha de Ora-Pro-Nóbis pode ser uma alternativa funcional para enriquecer produtos alimentícios, agregando valor nutricional e contribuindo para a diversificação da alimentação com ingredientes naturais e sustentáveis.

**Palavras-chave:** PANCs; aceitação; cactácea.

**ABSTRACT:** This study aimed to develop and sensorially evaluate cookies enriched with Ora-Pro-Nóbis (*Pereskia aculeata*) flour, a non-conventional food plant (NCFP) rich in nutrients, fiber, protein, and bioactive compounds. The research was conducted at the Federal University of Paraíba, involving the preparation of three cookie formulations (F1, F2, F3): one standard with 100% wheat flour, and two others with partial substitution of Ora-Pro-Nóbis flour at 10% and 15%, respectively. The cookies were produced in the university's Bakery Laboratory and evaluated by 100

untrained panelists using a hedonic scale for sensory attributes and purchase intent. Results showed that although the standard formulation was the most accepted, the samples containing Ora-Pro-Nóbis also achieved good acceptance, with scores above 70%. Sensory differences were observed among the formulations, especially in color, texture, and aroma, influenced by the presence of the plant-based flour. F3 presented a more intense color and a more distinctive flavor, which slightly affected acceptance. Purchase intent for both enriched formulations was also positive, indicating commercial viability. It is concluded that Ora-Pro-Nóbis flour is a functional alternative for enriching food products, adding nutritional value and contributing to dietary diversification through natural and sustainable ingredients.

**Keywords**: NCFPs; acceptance; cactaceae.

## 1 INTRODUÇÃO

É estimado que existam aproximadamente 30.000 espécies de plantas com potencial alimentício, denominadas de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), que se destacam pelos seus benefícios a saúde e poder nutritivo (1). Os principais benefícios das inúmeras espécies de PANCs vêm sendo gradativamente estudados e podem ser incluídas na alimentação, na sua forma in natura e na produção de alimentos, enriquecendo seu valor nutricional (2).

As PANCs consistem em plantas que podem ser consumidas, mas não fazem parte dos nossos hábitos alimentares por fatores como a falta de conhecimento sobre o poder nutricional, diversidade alimentar e o baixo impacto na agricultura, além da crença cultivada por muitas pessoas de que essas plantas são tóxicas a saúde humana ou ainda ervas- daninhas (3).

A *Pereskia aculeata*, popularmente conhecida como "Ora-Pro-Nobis" (OPN), é uma cactácea nativa da América Latina, amplamente reconhecida por sua riqueza em nutrientes (4). Utilizada em pratos regionais no estado de Minas Gerais (5), as folhas da Ora-Pro-Nóbis representam uma importante fonte de proteínas fibras e minerais, principalmente cálcio e ferro, bem como de compostos bioativos (6) sob as formas de consumo crua, cozida ou como ingrediente em produtos alimentícios (7).

A folha de Ora-Pro-Nobis pode ser processada para elaboração da farinha, com aplicabilidades como o enriquecimento ou substituição de algum ingrediente em formulações de diferentes alimentos como massas, sorvete, suplementos e produtos panificados a exemplo do biscoito (8, 9, 10, 11).

O biscoito é um alimento fonte de carboidratos que pode se tornar ainda mais saudável quando enriquecido com produtos que possam agregar nutrientes e fibras. Possui uma boa aceitação pelos brasileiros e é consumido por pessoas de diferentes faixas etárias e classes sociais, facilitando a reformulação desse produto com sabor

similar, porém enriquecido com um ingrediente natural que oferece benefícios a saúde (12).

A substituição de aditivos sintéticos por compostos naturais, amplamente aceitos e benéficos à saúde, destaca-se como estratégia inovadora ao utilizar ingredientes naturais derivados dos próprios alimentos para elevar seu valor nutricional (13).

Farinhas funcionais, ricas em fibras e micronutrientes, podem enriquecer alimentos ao melhorar sua composição nutricional e prevenir deficiências (14). A utilização de farinhas provenientes de fontes nutricionais alternativas como substituto parcial da farinha de trigo refinada configura-se como uma estratégia viável e promissora para o desenvolvimento e comercialização de novos produtos alimentícios (15).

As PANCs podem representar uma alternativa alimentar e um complemento na dieta da população, propondo-se então, a elaboração de um biscoito enriquecido com farinha de Ora-Pro-Nóbis, como um método relativamente eficaz para facilitar o consumo de nutrientes e minerais na dieta (16).

Diante disto, objetivou-se com essa pesquisa, desenvolver e avaliar sensorialmente biscoitos enriquecidos com farinha de Ora-Pro-Nóbis (*Pereskia aculeata*) como uma alternativa ecológica e saudável.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal da Paraíba, Campus III, nos Laboratórios de Panificação e no de Análise Sensorial, com o público-alvo composto em sua maioria por estudantes e funcionários do local.

A farinha de folhas desidratadas de Ora- Pro-Nóbis, utilizada no biscoito, foi adquirida por intermédio de compra no comércio local. Para o enriquecimento nutricional, parte da farinha de trigo convencional foi substituída por farinha de Ora-Pro-Nóbis, em porcentagens específicas para cada formulação.

Foram elaboradas três formulações da massa de biscoito com base numa receita padrão já testada anteriormente, com variações na quantidade de farinha de trigo. A formulação (F1) não sofreu alteração em sua composição, as demais formulações foram elaboradas com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de Ora-Pro-Nóbis (F2 = 10% e F3=15%).

**Tabela 1** – Formulação da massa de biscoito expressa em gramas.

| Insumos | F1 | F2 | F3 |
|---|---|---|---|
| **Farinha de trigo** | 500 | 450 | 425 |
| **Ora-pro-nobis** | - | 50 | 75 |
| **Açúcar cristal** | 150 | 150 | 150 |
| **Manteiga sem sal** | 100 | 100 | 100 |
| **Ovo** | 55 | 55 | 55 |
| **Fermento em pó** | 10 | 10 | 10 |
| **Essência de baunilha** | 1 | 1 | 1 |

Fonte: Autores, 2025.

Os biscoitos foram preparados manualmente no Laboratório de Panificação da Universidade Federal da Paraíba, Campus III, seguindo rigoroso controle de higiene e qualidade. Todo o processo incluiu o uso de boas práticas de fabricação. As matérias-primas, adquiridas no comércio local, foram pesadas em proporções iguais para cada amostra, utilizando uma balança de precisão e capacidade para 10 kg.

Após a pesagem, a farinha e a manteiga foram misturadas em um recipiente até atingir uma consistência de farofa. Em seguida, foram adicionados o açúcar, o ovo, a essência de baunilha e o fermento. A massa foi então aberta sobre uma mesa levemente enfarinhada, usando um rolo para alcançar uma espessura de 0,5 cm. Os biscoitos foram cortados em círculos de aproximadamente 5 cm de diâmetro, colocados em uma assadeira sobre papel manteiga, e levados ao forno industrial pré-aquecido a 180ºC por cerca de 12 minutos.

Em seguida, foram submetidos a uma avaliação sensorial no Laboratório de Análise Sensorial. A divulgação da pesquisa foi realizada dentro das dependências da universidade, convidando voluntários a participar da análise. O painel sensorial contou com 100 provadores não treinados, principalmente estudantes e funcionários da universidade. Os critérios de participação incluíam ter entre 18 e 60 anos, não apresentar alergias, intolerâncias alimentares, ou condições que afetassem a percepção sensorial. Os riscos associados à degustação foram mínimos, incluindo possíveis desconfortos gastrointestinais ou engasgos, que foram mitigados por meio de questionamentos prévios e fornecimento de água.

Foi empregado o teste afetivo de aceitação por escala hedônica, conforme a metodologia de (17) utilizando-se de fichas conforme a Figura 1, com sete scores de avaliação: “gostei muitíssimo”, “gostei”, “gostei ligeiramente”, “nem gostei nem desgostei”, “desgostei ligeiramente”, “desgostei” e “desgostei muitíssimo”. A intenção de

compra foi avaliada com variáveis como “compraria”, “possivelmente compraria”, “talvez comprasse”, “talvez não comprasse”, “possivelmente não compraria” e “jamais compraria”.

**Figura 1 –** Modelo de ficha de avaliação e de intenção de compra apresentada aos provadores.

NOME: ____IDADE: ____SEXO: F( ) M ( )

VOCÊ ESTÁ RECEBENDO UMA AMOSTRA DE BISCOITO ENRIQUECIDO COM FARINHA DE ORA-PRO-NOBIS. POR FAVOR, PROVE-O E AVALIE CADA ÍTEM, SEGUNDO A ESCALA ABAIXO:

7 – GOSTEI MUITÍSSIMO
6 – GOSTEI
5 – GOSTEI LIGEIRAMENTE
4 – NEM GOSTEI, NEM DESGOSTEI
3 – DESGOSTEI LIGEIRAMENTE
2 – DESGOSTEI
1 – DESGOSTEI MUITÍSSIMO

AMOSTRA: ÍTEM
( ) APARÊNCIA
( ) AROMA
( ) TEXTURA
( ) SABOR
( ) AVALIAÇÃO GLOBAL
COMENTÁRIO:

ASSINALE PARA ESTA AMOSTRA, QUAL SERIA SUA ATITUDE DE COMPRA: ( ) COMPRARIA
( )POSSIVELMENTE COMPRARIA ( ) TALVEZ COMPRASSE
( ) TALVEZ NÃO COMPRASSE
( ) POSSIVELMENTE NÃO COMPRARIA ( ) JAMAIS COMPRARIA

Fonte: Autores, 2025.

Os provadores preencheram essas fichas indicando a aceitabilidade dos biscoitos em termos de cor, sabor, aroma, textura, aceitação global e intenção de compra. A degustação foi conduzida de forma sequencial, começando pelo biscoito com 100% de farinha de trigo, seguido pelo biscoito com 10% de farinha de Ora-Pro-Nóbis, e finalizando com o biscoito contendo 15% de farinha de Ora-Pro-Nóbis. Entre cada amostra, os provadores consumiram água para limpar o paladar.

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e aprovado sob o parecer de n° 7.099.988.

Os resultados de aceitabilidade sensorial foram analisados usando o programa Excel® versão 2019, para o cálculo percentual e posterior análise descritiva dos dados. Foi aplicado uma análise de variância (ANOVA) para comparar as formulações quanto a influência nas características sensoriais.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados refletem o baixo conhecimento da população sobre a ora-pro-nóbis (OPN), apontada como uma das principais barreiras para a sua maior utilização e consumo. Apesar do crescente interesse em PANCs, o conhecimento sobre a OPN e suas propriedades nutricionais ainda é limitado entre o público em geral.

Estudos recentes reforçam a necessidade de disseminação de informações sobre o potencial nutricional da OPN para promover sua inclusão na dieta (18, 19).

**Tabela 2 –** Média e desvio padrão relacionados ao índice de aceitação dos biscoitos acompanhadas das diferenças encontradas entre as formulações usando o teste de Tukey.

| Parâmetros | F1 | F2 | F3 |
|---|---|---|---|
| **Aparência** | 35a | 25b | 28b |
| **Textura** | 33a | 24b | 29b |
| **Aroma** | 32a | 27b | 25b |
| **Sabor** | 35a | 27b | 28b |
| **A.** Global | 35a | 24b | 25b |
| **Média** | 34a | 25,4b | 27b |
| **Desvio Padrão** | 1,41 | 1,51 | 1,87 |

**Legenda:** Formulação padrão com farinha de trigo (F1); formulação com 10% de FOPN (F2); e formulação com 15% de FOPN (F3). Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as formulações ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey. **Fonte:** Autores, 2025.

Uma das principais observações refere-se à coloração verde mais intensa e o sabor característico da OPN, considerados os principais fatores de diferenciação. A inclusão de farinhas de PANCs, como a OPN, é uma estratégia eficaz para o enriquecimento nutricional, mas invariavelmente impacta as características sensoriais do produto (20). A alteração da cor é um dos atributos mais visíveis, e a tonalidade verde da OPN pode ser um fator de rejeição para consumidores não habituados. Além disso, a textura e o sabor também são modificados, o que exige um cuidadoso balanceamento na formulação para garantir a aceitabilidade.

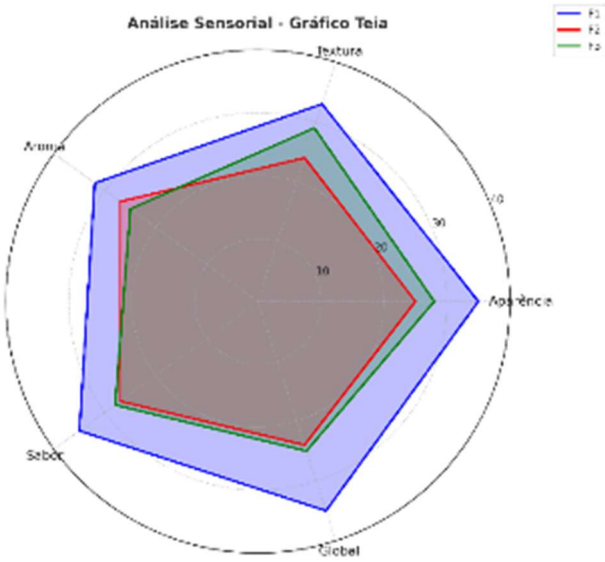
A preferência dos provadores pela formulação padrão (F1), isenta de OPN, é um achado comum em estudos de desenvolvimento de produtos enriquecidos com ingredientes funcionais que possuem sabores ou características sensoriais marcantes, a exemplo do sabor residual amargo que a farinha de OPN pode conferir aos produtos, corroborando com o estudo de (8) com biscoitos tipo cookies.

Embora a OPN seja nutricionalmente rica, seu sabor característico, por vezes levemente amargo ou adstringente, pode ser um desafio para a aceitação sensorial, especialmente em produtos onde o sabor neutro é esperado (21). Pesquisas desenvolvidas com cookies adicionados de farinha de OPN também exploraram a aceitação sensorial e as percepções de sabor, fazendo analogias da intensidade dessas mudanças sensoriais com a concentração da farinha incorporada, como também observado em estudos adicionando a farinha de OPN em barras de cereais (22, 23 e 24). A aceitação global pode ser satisfatória em certas concentrações, mas a percepção de sabores atípicos, como o amargo, pode reduzir a preferência em comparação com produtos convencionais. Estratégias para mascarar ou suavizar esses sabores, como a

combinação com outros ingredientes ou o uso de diferentes processamentos da OPN devem ser investigadas para melhorar a aceitabilidade de produtos enriquecidos.

Os resultados da análise sensorial (aparência, textura, aroma, sabor e avaliação global) para o biscoito enriquecido com Ora-Pro-Nóbis, estão na Figura 2.

**Figura 2 –** Análise comparativa dos atributos sensoriais (aparência, textura, aroma, sabor e global) nas formulações F1, F2 e F3.




**Legenda:** F1: 100% de farinha de trigo, F2: 90% de farinha de trigo e 10% de ora-pro-nobre, F3: 85% de farinha de trigo e 15% de ora-pro-nobre. Fonte: Autores, 2025.

Os resultados da avaliação sensorial de aparência demonstram que, embora a formulação padrão (F1) tenha obtido a maior preferência, as formulações com farinha de OPN (F2 e F3) também apresentaram boa aceitação geral. A F1 alcançou 87% de aceitação (soma das notas 5, 6 e 7), enquanto F2 e F3 também obtiveram percentuais significativos de aprovação. No entanto, a observação de que a adição de farinha de OPN resultou em uma cor mais escura, com a F3 apresentando a coloração mais intensa, é um ponto relevante.

A cor é, de fato, um dos principais atributos visuais que influenciam a decisão de compra do consumidor, sendo um fator de qualidade alimentar primordial (25). Estudos indicam que a incorporação de farinhas de PANCs, como a OPN, pode alterar significativamente a cor de produtos alimentícios devido à presença de pigmentos naturais, como a clorofila (26 e 27). Essa mudança de coloração, especialmente para um tom verde mais intenso, pode ser percebida de forma diferente pelos consumidores, dependendo de sua familiaridade e expectativas em relação ao produto. Em alguns casos, uma cor incomum pode levar a uma menor aceitação inicial, justificando a menor

porcentagem de notas máximas para as formulações com OPN, apesar da aceitação geral positiva.

Apesar da percepção de que o biscoito F3 estava mais seco, a aceitação da textura permaneceu positiva (72%), o que sugere que, mesmo com as modificações, a textura final foi considerada agradável pela maioria dos avaliadores. Isso ressalta a importância de um equilíbrio entre o enriquecimento nutricional e a manutenção de atributos sensoriais aceitáveis para o consumidor.

A alteração na textura das massas, com a F3 apresentando maior rigidez e necessidade de adição de água para manuseio adequado, é um indicativo direto das propriedades da farinha de OPN. A explicação de que a OPN é rica em proteínas e que isso justifica a consistência endurecida da massa é consistente com a literatura. Proteínas e fibras, abundantes na OPN, possuem alta capacidade de absorção de água, o que pode levar a massas mais firmes e menos maleáveis (28 e 29). A água desempenha um papel fundamental na hidratação da farinha e na formação da rede de glúten (no caso de farinhas com glúten) ou na formação de uma estrutura coesa em produtos sem glúten, influenciando diretamente a expansão, textura e crocância do produto (30). A necessidade de ajustar a quantidade de água na formulação com OPN demonstra a importância de otimizar a receita para compensar as características de absorção da farinha.

No que diz respeito ao aroma, parte dos provadores alegaram que na F3 estava muito perceptível a presença da planta. Esta característica tornou inevitável a comparação com ervas medicinais usadas em infusões. Considerando que, nos processos de secagem das folhas em estufas para a produção de farinhas, a cor, o aroma, o sabor e a textura sofrem alterações, dependendo do método utilizado, podendo ficar mais acentuados ou atenuados (31).

A alegação de que o aroma da ora-pro-nóbis na formulação F3 estava "muito perceptível" e remetia a "ervas medicinais usadas em infusões" sugere a presença de compostos voláteis característicos que podem ser intensificados ou alterados durante o processamento. Um estudo sobre o perfil de aroma de chá verde de folhas grandes, por exemplo, demonstrou que diferentes métodos de secagem (secagem por ar quente, secagem em panela e secagem ao sol) resultaram em diferenças significativas nas características sensoriais do aroma e nos componentes voláteis (32). A secagem por ar quente e a secagem ao sol, em particular, exibiram um "cheiro fraco e características de aroma duradouras", com a secagem ao sol apresentando um "odor notável de secagem ao sol". Isso sugere que a escolha do método de secagem para a ora-pro-

nóbis pode ter um impacto direto na intensidade e no tipo de aroma percebido na farinha e, consequentemente, nos biscoitos.

A percepção do aroma em produtos alimentícios é uma característica sensorial complexa, influenciada por uma vasta gama de compostos voláteis que interagem entre si. Estudos sobre a ora-pro-nóbis têm explorado sua aplicação em diversos produtos, como queijos artesanais e barras de cereais (33 e 34). No caso dos queijos, a incorporação de ora-pro-nóbis (OPNP) em concentrações mais elevadas (7%) resultou em menor aceitabilidade geral, embora ainda dentro dos limites de mercado, indicando que a concentração da farinha pode influenciar a intensidade da percepção de seus atributos sensoriais, incluindo o aroma, e que um excesso pode ser percebido negativamente por alguns consumidores (33).

A aceitação do sabor é um fator crucial para o sucesso de produtos alimentícios enriquecidos. No caso dos biscoitos com ora-pro-nóbis, a alta aceitação, mesmo com a percepção do aroma característico da planta, sugere que o sabor da farinha se integrou bem à matriz do biscoito. Isso é consistente com outros estudos que exploraram a adição de ora-pro-nóbis em diferentes produtos. Por exemplo, em barras de cereais com 10% de farinha de ora-pro-nóbis, a aceitabilidade sensorial foi superior a 77,5%, indicando potencial de mercado (34).

Um estudo com biscoitos enriquecidos com pó de beterraba, por exemplo, identificou que a formulação com 20% de pó de beterraba foi a mais preferida, com avaliações positivas para aparência, textura, sabor e aroma. No entanto, o estudo também observou que o aumento do teor de pó de beterraba resultou em um sabor terroso e amadeirado mais dominante, o que pode ter diminuído a aceitação em concentrações mais altas. Isso sugere que, assim como com a ora-pro-nóbis, existe um limite para a quantidade de farinha de vegetal que pode ser adicionada sem impactar negativamente o sabor (35).

A referência a um estudo com cookies de chocolate e ora-pro-nóbis, onde o aroma foi considerado "mais que o ideal", reforça a ideia de que o aroma pode ser um fator limitante na aceitação de produtos com ora-pro-nóbis. No entanto, a avaliação satisfatória do sabor no estudo em questão indica que, embora o aroma possa ser intenso, o sabor resultante pode ser agradável para os consumidores. Isso pode ser devido à combinação de ingredientes na formulação do biscoito, que pode ter mascarado ou complementado o sabor da ora-pro-nóbis (36).

Todas as amostras apresentaram índice de aceitabilidade acima de 70%, o que classifica o produto como bem aceito. Em estudo semelhante, foram aplicados 5% e

10% de farinha de OPN em pães e a aceitação foi melhor para as amostras que continham menor teor de OPN. Nesta pesquisa o resultado foi similar totalizando 35% de aceitação para a F1 e apenas 24% (F2) e 25% (F3) para os biscoitos enriquecidos com a farinha de Ora-Pro-Nóbis (8). Este é um resultado promissor para a incorporação de ora-pro-nóbis em produtos alimentícios, especialmente considerando seu alto valor nutricional.

A aceitação sensorial é um dos principais desafios na introdução de novos ingredientes, especialmente aqueles com características sensoriais distintas, como a ora-pro-nóbis. O fato de as amostras terem atingido um índice de aceitabilidade superior a 70% demonstra que a farinha de ora-pro-nóbis pode ser incorporada em biscoitos sem comprometer significativamente a preferência do consumidor. Este limiar de 70% é comumente utilizado na avaliação sensorial para classificar produtos como aceitáveis (37).

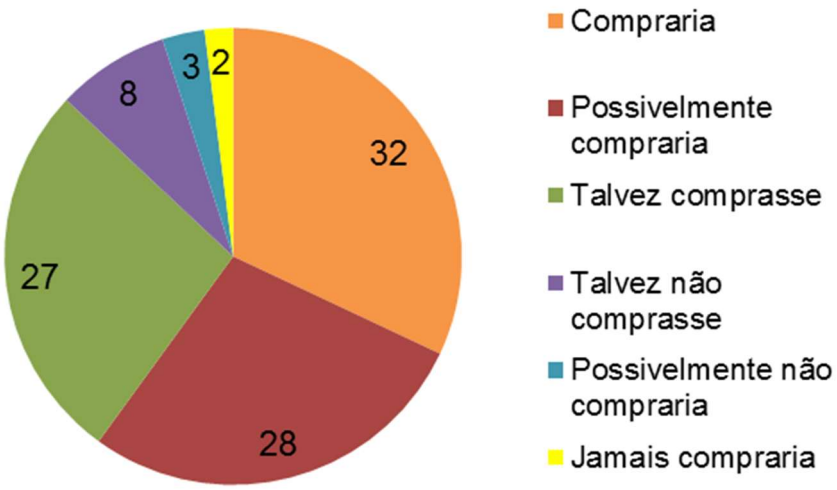
Os resultados evidenciam que embora a ora-pro-nóbis seja bem aceita em certas concentrações, o aumento excessivo pode levar a uma diminuição na aceitação, possivelmente devido à intensificação de atributos sensoriais indesejáveis ou à alteração da textura e aparência do produto.

Outros estudos sobre o enriquecimento de biscoitos com diferentes vegetais também partilham essa tendência. Biscoitos enriquecidos com pó de beterraba, por exemplo, mostraram que a formulação com 20% de pó foi a mais preferida, mas concentrações mais altas resultaram em um sabor terroso e amadeirado mais dominante, afetando a aceitação (35). Da mesma forma, a adição de farinha de semente de abóbora em biscoitos resultou em um produto com boa aceitação geral em concentrações ótimas, mas a aceitação diminuiu com o aumento da proporção da farinha (38).

A comparação com o estudo de pães enriquecidos com ora-pro-nóbis, onde a aceitação foi melhor para as amostras com menor teor de OPN, reforça a ideia de que a concentração do ingrediente é um fator crítico para a aceitação global. A percepção do consumidor pode ser sensível a mudanças na intensidade de sabor, aroma e textura que acompanham o aumento da concentração de farinhas vegetais. Portanto, a otimização da formulação é essencial para equilibrar os benefícios nutricionais com a aceitabilidade sensorial (39).

As Figuras 3 e 4 apresentam a porcentagem de intenção de compra referente à F2 e F3. A F2 teve uma intenção de compra de 87% sendo maior que a intenção da F3 que foi 83%.

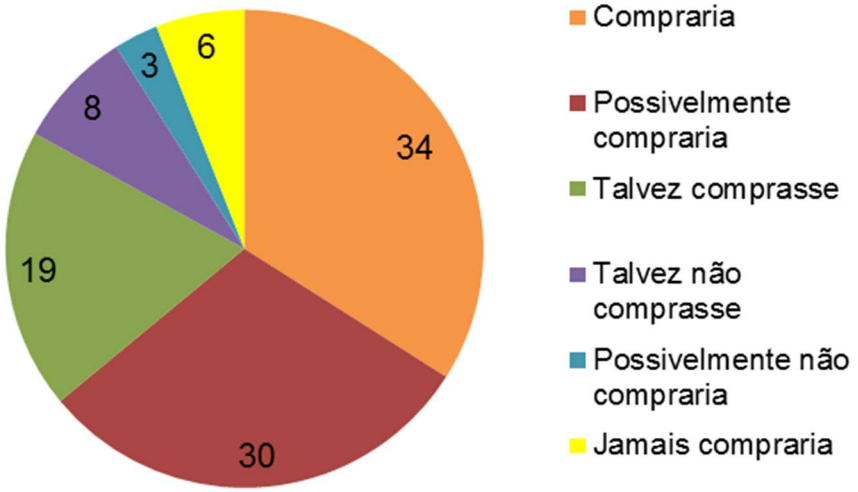
**Figura 3 –** Intenção de compra de biscoitos enriquecidos com 10% de farinha de Ora-Pro- Nóbis.




Fonte: Autores, 2025.

Na F3, a adição de maior quantidade de OPN (15%) não reduziu drasticamente a intenção de compra dos biscoitos em relação a adição de 10% na F2. Com 34% dos provadores indicando que "compraria", 30% "possivelmente compraria" e, ainda, 19% "talvez comprasse" o biscoito com adição de 15% de OPN, totalizando 83% de intenções positivas em relação a compra. Diferenciando-se apenas 4% em relação a intenção positiva de compra da F2. Essa diferença de 4% pode-se atribuir ao forte aroma da OPN, a aparência verde mais acentuada e ao sabor mais evidenciado da folha. Um produto é considerado bem aceito quando estão acima de 70% de aceitabilidade, indicando que ambas as formulações são viáveis para consumo.

**Figura 4 –** Intenção de compra de biscoitos enriquecidos com 15% de farinha de Ora-Pro-Nóbis.



Fonte: Autores, 2025.

A intenção de compra é um indicador crucial da aceitação do consumidor e da viabilidade comercial de um novo produto alimentício. Um produto é considerado bem aceito quando apresenta mais de 70% de aceitabilidade, o que, de acordo com o trecho, se aplica a ambas as formulações (F2 e F3) (37). Isso sugere que, apesar das características sensoriais mais acentuadas da OPN em concentrações mais elevadas, os consumidores ainda demonstram disposição para adquirir o produto.

A diferença de 4% na intenção de compra entre F2 e F3, atribuída ao forte aroma, aparência verde mais acentuada e sabor mais evidenciado da folha de OPN, é um ponto importante a ser considerado. A incorporação de ingredientes vegetais em produtos alimentícios pode alterar significativamente as características sensoriais, o que nem sempre é percebido positivamente pelos consumidores. Estudos mostram que a aceitação de produtos enriquecidos com vegetais pode ser influenciada pela intensidade de atributos como sabor e cor (35). Por exemplo, biscoitos enriquecidos com farinha de beterraba podem ter sua aceitação comprometida por um sabor terroso e uma cor intensa em concentrações elevadas (38).

Outros estudos sobre a intenção de compra de produtos alimentícios enriquecidos com ingredientes vegetais corroboram a complexidade dessa relação. A aceitação e a intenção de compra de pães com ora-pro-nóbis, por exemplo, também foram influenciadas pela concentração da planta, com formulações de menor teor sendo preferidas (39). Isso reforça a necessidade de um equilíbrio entre a quantidade de ingrediente funcional adicionado e a manutenção das características sensoriais que agradam ao consumidor.

## 4 CONCLUSÃO

O enriquecimento de biscoitos com farinha de ora-pro-nóbis demonstrou ser uma estratégia viável para agregar valor nutricional, porém com impacto direto sobre atributos sensoriais, especialmente cor, aroma e sabor. As formulações enriquecidas apresentaram boa aceitação global e intenção de compra superior a 70%, confirmando sua viabilidade de consumo.

Observou-se que a intensidade da coloração verde e do aroma característico da OPN pode influenciar negativamente a aceitação, destacando a importância da otimização da concentração incorporada e do ajuste de parâmetros tecnológicos para atenuar atributos sensoriais indesejáveis.

Dessa forma, conclui-se que a utilização da farinha de ora-pro-nóbis em biscoitos é promissora, desde que equilibrada em níveis que preservem a aceitabilidade do consumidor, indicando potencial para exploração comercial e novos estudos focados em formulações mais harmônicas.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


1.Kinupp VF, Lorenzi H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda.; 2014.

2.Biondo E, Fleck M, Kolchinski EM, Sant'Anna V, Poleai RG. Diversidade e potencial de utilização de plantas alimentícias não convencionais no Vale do Taquari, RS. Rev Eletrônica Científica da UERGS. 2018;4(1):61-90.

3.Ranieri GR, Borges F, Nascimento V, Gonçalves JR. Guia Prático de PANC – Plantas Alimentícias Não Convencionais. 1.ed. São Paulo: Instituto Kairós; 2017.

4.Silva NFN, Silva SH, Baron D, Neves ICO, Casanova F. Pereskia aculeata Miller as a Novel Food Source: A Review. Foods. 2023;12(11):2092.

5.Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de hortaliças não-convencionais. Belo Horizonte; 2010.

6.Almeida MEF, Junqueira AMB, Simão AA, Corrêa AD. Caracterização Química das Hortaliças não- convencionais conhecidas como Ora-Pro-Nóbis. Biosci J. 2014;30(Suppl 1):431-9.

7.Amaral TN, Junqueira LA, Prado MET, Cirillo MA, de Abreu LR, Costa FF, et al. Blends of Pereskia Aculeata Miller mucilage, guar gum, and gum Arabic added to fermented milk beverages. Food Hydrocolloids. 2018;79:331-42.

8.Silva V. Aplicação de farinha de Ora-Pro-Nóbis (Pereskia Aculeata Miller) em biscoito tipo cookie (Trabalho de Conclusão de Curso). Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2022.

9.Mandelli MK. Avaliação dos parâmetros nutricionais e potencial antioxidante do fruto de Ora-Pro-Nóbis (Pereskia Aculeata Miller) (Trabalho de Conclusão de Curso). (Local desconhecido): (Instituição desconhecida); 2016.

10.Oliveira RB, Paula MC, Sartor CFP, Magrine ICO. Processamento de bolo com a planta Pereskia Aculeata Miller (Ora-Pro-Nóbis). Rev Bras Prod Agroindustriais. 2016;18(2):167-74.

11.Santana CS, Kwiatkowski A, Queiros AMM, Souza AMS, Minas RS. Desenvolvimento de suplemento alimentar utilizando Ora-Pro-Nóbis (Pereskia Aculeata). Cad Agroecol. 2018;13(2):1-10.

12.Balbinot A, Schlick F. Elaboração de biscoitos tipo cookies adicionados de diferentes concentrações de zinco. (Tipo de publicação desconhecido); 2021.

13.Rosa LCM, Pintro PTM. Antioxidantes naturais aplicados em produtos à base de carne bovina: uma alternativa promissora. Principia. 2022;59(4).

14.Borges TRA, Morgano MA, Brandão ACAS, Moreira-Araújo RSR. Características nutritivas e funcionais de sequilho adicionado de farinha de chichá (Sterculia striata) e coco desidratado (Cocos nucifera) orgânicos. Contrib a Las Ciencias Sociales. 2024;17(9):1-20.

15.Nörnberg ML, Bortolotti CM, Minella E, Nörnberg JL. Produção e aceitabilidade de pão de forma enriquecido com farinha de cevada. Braz J Dev. 2022;8(2):10354-69.

16.Bezerra JA, Brito MM. Potencial nutricional e antioxidantes das Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e o uso na alimentação: Revisão. Res Soc Dev. 2020;9(9):e369997159.

17.Minim VPR. Análise Sensorial: Estudos com Consumidores. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV; 2006.

18.Alves DT, da Rocha Campos AN. PERFIL DE CONSUMIDORES E SUA PERCEPÇÃO SOBRE PÃES CONTENDO FARINHA DE ORA-PRO-NOBIS E BACTÉRIA PROBIÓTICA. Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente. 2024;12(1):XX-XX. Disponível em: https://periodicos.set.edu.br/saude/article/view/11701

19.Madriaga FJC, Antunes LFS. Ora-Pro-Nóbis: Na Mesa uma Opção Saudável e no Campo uma Fonte de Renda. Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science. 2023;12(1):XX-XX. Disponível em: https://revistas.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/download/6568/4822/

20.Araújo NF, Barbosa RA, Lima LT. BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS DA UTILIZAÇÃO DE ORA-PRO-NOBIS (PERESKIA ACULEATA MILLER) COMO INGREDIENTE EM PRODUTOS E PREPAROS ALIMENTÍCIOS. Rev Foco. 2024;17(1):e6573. Disponível em: https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/6573

21.MSN. Ora-pro-nóbis é fonte de proteínas: como incluir planta na alimentação. MSN. 2025 Jul Disponível em: https://www.msn.com/pt-br/saude/nutricao/ora-pro-n%C3%B3bis-%C3%A9-fonte-de-prote%C3%ADnas-como-incluir-planta-na-alimenta%C3%A7%C3%A3o/ar-AA1EKwOk

22.Silva VO. Aplicação de farinha de ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata Miller) em biscoito tipo cookie (Trabalho de Conclusão de Curso). Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2022. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29563

23.Correia APC. Enriquecimento de cookie integral pela adição de farinha de ora-pro-nóbis (Trabalho de Conclusão de Curso). Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2023. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/34274

24.Carvalho GS, Conti-Silva AC. Cereal bar enriched with ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata Miller): physicochemical and sensory characterization. J Food Sci Technol. 2024;61(1):1-10. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-024-05924-2

25.Mociaro LS, Boscheiro EB. Estudo das propriedades e características de alimento feito c

om farinha de ora-pro-nóbis. Repositório Institucional do Conhecimento do Centro Paula Souza. 2023. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/31664

26.Silva VO. Aplicação de farinha de ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata Miller) em biscoito tipo cookie (Trabalho de Conclusão de Curso). Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2022. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29563

27.Cazagranda C, Amancio R, Feiten MC, et al. Obtenção de farinha de ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata Miller) e sua aplicação no desenvolvimento de biscoitos tipo cookie. Cadernos de Ciência & Tecnologia. 2022;39(2):e27148. Disponível em: https://apct.sede.embrapa.br/cct/article/view/27148

28.Berto IR. Farinhas de ora-pro-nóbis: Aplicação em massas alimentícias e avaliação do efeito de secagem (Dissertação). João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2023. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/32354

29.Ferreira AL, Gonçalves VG de O, et al. Caracterização do pó de ora-pro-nóbis e utilização em massas alimentícias. Editora Científica. 2022. Disponível em: https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/221211240.pdf

30.Sousa DO. Produção e aplicação da farinha de ora-pro-nóbis (pereskia aculeata mill.) para o desenvolvimento de produtos alimentícios: uma revisão (Trabalho de Conclusão de Curso). Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2021. Disponível em: http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/33931

31.Mashitoa FM, Shoko T, Shai JL, Slabbert RM, Sultanbawa Y, Sivakumar D. Influence of Different Types of Drying Methods on Color Properties, Phenolic Metabolites and Bioactivities of Pumpkin Leaves of var. Butternut squash (Cucurbita moschata Duchesne ex Poir). Front Nutr. 2021;8:694649.

32.Luo Z, Ma L, Zhang Y, Liu Y, Yang R, Dai X, et al. Effect of Drying Methods on Aroma Profiling of Large-Leaf Green Tea (Camellia sinensis var. Assamica) Determined by HS-SPME-GC-MS. Foods. 2025;14(7):1275. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11988717/

33.Silva PC, Salgado CA, Martins ML, Fusieger A, Fonseca HÁS, Ferreira YC, et al. Use of ora-pro-nóbis as a functional ingredient in the production of artisanal cheese. LWT. 2025;In Press.

34.Cruz GS, Silva CNP, Gomes-Junior EA, Souza TL, Latif ALO, Maciel LF, et al. Cereal bar enriched with ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata Miller): physicochemical and sensory characterization. J Food Sci Technol. 2024;61(8):1547-56. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38966795/

35.Mitrevski J, Pantelić NĐ, Laličić-Petronijević J, Kojić JS, Zlatanović S, Gorjanović S, et al. Low Glycemic Index Biscuits Enriched with Beetroot Powder as a Source of Betaine and Mineral Nutrients. Foods. 2025;14(5):814. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11898679/

36.Hitz N, Los PR. Otimização da formulação de biscoito tipo cookie sabor chocolate adicionado de ora-pro-nóbis (Pereskia Aculeata). Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2019.

37.Stone H, Sidel JL. Sensory evaluation practices. 3rd ed. Academic Press; 2004.

38.Ghafoor K, Al-Juhaimi FY, Goudar G, Al-Musharaf A. Enhancing nutritional value and quality of cookies through pumpkin seed flour incorporation. PLoS ONE. 2025;20(2):e0307506. Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0307506

39.Alves DT, Nascimento MHS, Martins EMF. Pães enriquecidos com ora-pro-nóbis: elaboração e avaliação físico-química, microbiológica e sensorial/bread enriched with ora-pro-nobis: elaboration and physicochemical, microbiological and sensorial evaluation. Braz J Dev. 2022. doi: 10.34117/bjdv7n2-061.

# ELABORAÇÃO DE DOCE DE LEITE COM ADIÇÃO DE FARINHA DA SEMENTE DE MORINGA (*Moringa oleífera* Lam)

# PREPARATION OF MILK DULCE WITH THE ADDITION OF MORINGA SEED FLOUR (*Moringa oleifera* Lam)

**DOI: 10.65747/conali2025v2c07**

**Thamires Queiroga dos Santos[1]; Ana Paula Costa Câmara[2]; Ayla Dayane Ferreira de Sá[3]; Genésio José da Silva Neto[4]; Mônica Tejo Cavalcanti[5]; Mônica Correia Gonçalves[6]**

[1]Graduada em Engenharia de Alimentos - CCTA – UFCG; [2]Docente/pesquisadora da Escola Agrícola de Jundiaí – UFRN; [3]Doutoranda em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN – UFCG; [4]Mestrando em Biotecnologia do Centro de Biociências – CB – UFPE; [5]Docente/pesquisadora do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde – CCBS – UFCG; [6]Docente/pesquisadora do Centro de Ciências e Tecnologia – CCT – UFCG.

Contato: tham_queiroga@hotmail.com

**Resumo:** O doce de leite é uma sobremesa tradicionalmente consumida na América Latina, obtida pela concentração do leite com adição de açúcar. Com a crescente demanda por alimentos funcionais, este estudo teve como objetivo desenvolver e caracterizar um doce de leite enriquecido com farinha da semente de moringa (*Moringa oleífera* Lam), planta reconhecida pelo elevado valor nutricional e medicinal. Foram elaboradas três formulações: controle, com 1% e 2% de adição da farinha da moringa. Os doces foram avaliados durante 45 dias de armazenamento por meio de análises físico-químicas (umidade, gordura, cinzas, acidez, pH, atividade de água, cor e proteínas), microbiológicas (*Estafilococos coagulase positiva/g* e Bolores e leveduras/g), perfil de textura e compostos fenólicos. Os resultados indicaram que a adição da farinha influenciou significativamente os parâmetros analisados, especialmente proteínas, umidade, atividade de água, cor, textura e teor de compostos fenólicos, com maior expressividade na formulação com 2% de moringa. As análises microbiológicas demonstraram adequadas condições higiênico-sanitárias e estabilidade do produto ao longo do armazenamento, confirmando sua segurança para consumo. Conclui-se que o doce de leite enriquecido com farinha da semente de moringa apresenta propriedades físico-químicas e microbiológicas satisfatórias, além de incremento no valor nutricional e funcional. Assim, constitui uma alternativa promissora para agregar valor tanto ao doce de leite quanto à moringa, ampliando as possibilidades de inovação para a indústria de alimentos.

**Palavras–chave:** inovação; sementes de moringa; armazenamento; compostos fenólicos.

**Abstract:** Dulce de leche is a dessert traditionally consumed in Latin America, obtained by concentrating milk with added sugar. With the growing demand for functional foods, this study aimed to develop and characterize a dulce de leche enriched with moringa seed flour (Moringa oleifera Lam.), a plant recognized for its high nutritional and medicinal value. Three formulations were developed: control, with 1% and 2% moringa flour addition. The sweets were evaluated over 45 days of storage through physicochemical analyses (moisture, fat, ash, acidity, pH, water activity, color, and protein), microbiological analyses (coagulase-positive staphylococci/g and molds and yeasts/g), texture profile, and phenolic compounds. The results indicated that the

addition of flour significantly influenced the analyzed parameters, especially proteins, moisture, water activity, color, texture, and phenolic compound content, with greater significance in the formulation with 2% moringa. Microbiological analyses demonstrated adequate hygienic and sanitary conditions and product stability during storage, confirming its safety for consumption. The conclusion is that dulce de leche enriched with moringa seed flour presents satisfactory physicochemical and microbiological properties, in addition to increased nutritional and functional value. Thus, it constitutes a promising alternative for adding value to both dulce de leche and moringa, expanding the possibilities for innovation in the food industry.

**Keywords:** innovation; moringa seeds; storage; phenolic compounds**.**

## INTRODUÇÃO

Um dos principais produtos lácteos concentrados é o doce de leite que apresenta alto consumo em países sul-americanos como o Brasil e a Argentina. Tradicionalmente, este doce se originou de produções caseiras e, em seguida, passou a ser produzido industrialmente, o que garantiu a distribuição deste produto para todo o mundo (1). O doce de leite é um alimento que possui uma aceitação ampla, devido às suas características sensoriais, como o sabor, podendo ser produzido de forma caseira ou industrial (2).

Por definição, o doce de leite é o produto, com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, obtido através da concentração e ação do calor em pressão normal ou de forma reduzida do leite ou leite reconstituído, com ou sem adição de sólidos de origem láctea e/ou creme, e adicionado de sacarose parcialmente substituída ou não por monossacarídeos e/ou outros dissacarídeos (3).

As características de aroma, sabor e sua tecnologia de produção tornam o doce de leite um produto interessante a ser pesquisado. Estudos sobre o doce de leite devem ser incentivados, a fim de aumentar a divulgação e comercialização de um produto com diversos atributos sensoriais.

Em relação às inovações, vários estudos foram desenvolvidos com diferentes propósitos, tais como a substituição de parte da fração lipídica a fim de alterar o perfil lipídico (4); a substituição de açúcar por adoçantes ou prebióticos (5, 6), como por exemplo e o desenvolvimento de produtos utilizando leite de outros animais que visou aumentar a versatilidade dos sabores, além de agregar valor (7, 4).

Buscando aumentar o mercado de produtos lácteos, em especial o consumo de doce de leite, a diversidade de produtos enriquecidos nutricionalmente com adição de alguma erva vem ganhando espaço no mercado. Surgindo assim a ideia de desenvolver um doce de leite com adição da farinha da semente de moringa.

A *Moringa oleífera* Lam é uma planta perene e arbórea originária do Nordeste da Índia. Seu cultivo é considerado vantajoso uma vez que há possibilidade de aproveitamento de variadas frações das plantas como folhas, frutos verdes, flores, sementes e raízes (8, 9).

Estudos das propriedades da moringa (*Moringa oleífera* Lam) revelaram que a planta é rica em compostos bioativos relevantes para várias propriedades biológicas. Os compostos bioativos presentes na planta possuem atividade antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana e anticâncer (10). Nos últimos anos, pesquisas têm sido desenvolvidas incorporando alguma das partes da moringa a matrizes alimentares, para melhorar a qualidade nutricional do produto e trazer benefícios à saúde do seu público consumidor. Entretanto, ainda existem poucos estudos científicos sobre os efeitos da *Moringa oleífera* Lam adicionada em alimentos e seus benefícios para a saúde humana. Assim, é importante que ocorram estudos que apresentem resultados satisfatórios.

Considerando a crescente demanda dos consumidores por alimentos inovadores que garantam propriedades nutritivas e também funcionais, o doce de leite adicionado com a farinha da semente de moringa pode apresentar esses benefícios, tornando viável a elaboração do doce de leite com a farinha da semente de moringa, contribuindo para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local do experimento e matérias-primas

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Tecnologia de Grãos e Cereais (LTGC), e Tecnologia de Leite e Derivados (LTLD), ambos no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus de Pombal-PB. O leite bovino utilizado no processamento do doce foi adquirido na cidade de Sousa - PB, a semente da moringa utilizada na elaboração da farinha e as demais matérias-primas, como o açúcar, bicarbonato de sódio e embalagens para o armazenamento do doce foram adquiridos no município de Pombal – PB.

### Produção da farinha da semente de moringa

As vargens da moringa (*Moringa oleífera* Lam) foram coletadas em árvores localizadas na cidade de Pombal – PB. Após a coleta as vargens foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas até o ambiente de laboratório. Posteriormente, foi realizada manualmente a retirada das sementes das vargens com auxílio de uma faca

de aço inoxidável e armazenadas em potes até o momento do processamento conforme descrito na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma de processamento da farinha da semente de moringa (*Moringa oleífera* Lam)

Fonte: Autores, 2025.

Inicialmente foi realizada a etapa de seleção, onde foram separadas as sementes apropriadas para o processamento, depois as sementes passaram por um processo de lavagem em água corrente para retirada das sujidades (Figura 2A). As sementes foram submetidas à secagem com auxílio de papel toalha. Em seguida, as sementes da moringa ainda com as cascas foram colocadas em uma panela e levadas para o fogo para a 1ª torrefação, por 15 minutos com mexedura constante (Figura 2B), com o objetivo de separar mais facilmente a casca das sementes.

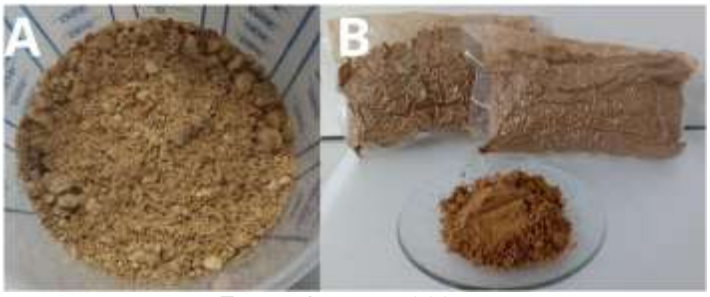
Posteriormente, as sementes foram descascadas manualmente e acondicionadas em panela de aço inox para a 2ª torrefação. Nesta etapa, as sementes, já sem a casca, foram submetidas ao processo de torrefação em fogão industrial a temperatura de 70 °C com mexedura constante, até atingir uma tonalidade marrom e um aroma semelhante ao de amendoim (Figura 2C).

Figura 2. Lavagem (A); Primeira torrefação (B) e Segunda torrefação (C).

Fonte: Autores, 2025

Na sequência, as sementes foram deixadas à temperatura ambiente e posteriormente trituradas em liquidificador doméstico (Mondial Easy Power, L-550-W, São Paulo, BR) até atingir a aparência de farinha (Figura 3A). Ao final do processo a farinha foi encaminhada para a etapa de peneiramento, onde consistiu na passagem da farinha por uma peneira granulométrica, com diâmetro de 0,150 mm (mesh 100) e em seguida a farinha foi acondicionada em sacos de polietileno e seladas em seladora (Orved brock, VM 12ª, Fortaleza, Brasil) com o objetivo de retirar completamente todo o ar presente nas embalagens. Na Figura 3B, é possível observar o aspecto da farinha fora e dentro da embalagem. Posteriormente, a farinha já acondicionada nas embalagens foi armazenada em local seco com pouca luminosidade.

Figura 3. Trituração (A) e Farinha obtida de *Moringa oleífera* Lam (B).




Fonte: Autores, 2025.

**Caracterização físico-química e análises microbiológicas da farinha da moringa**

A farinha foi submetida às seguintes análises: umidade (11); resíduo mineral fixo (cinzas) (12); lipídios por extração direta em Soxhlet (12); extrato seco (12); atividade de água (Decagon Devices Inc., Washington, EUA); compostos fenólicos, quantificados seguindo a metodologia de Folin-Ciocalteau (13); proteínas pelo método Micro-Kjeldahl, utilizando o fator 6,25 para conversão de nitrogênio total em proteína (12).

As análises microbiológicas realizadas na farinha foram realizadas de acordo com Silva *et al* (14). Os parâmetros de Coliformes Totais (35°C), Coliformes Termotolerantes (45°C) e Salmonella spp. de acordo com o Regulamento Técnico de Padrões Microbiológicos para Alimentos (RDC nº 60, de 23 de dezembro de 2019).

**Processamento do doce de leite tradicional e adicionado com farinha da semente de moringa**

Para fabricação do doce de leite foi utilizado o leite bovino, açúcar cristalizado, bicarbonato de sódio e a farinha obtida da semente de moringa. Foram elaboradas três formulações de doce de leite: Controle - C (doce de leite sem adição de farinha da semente de moringa), Formulação - F1 (doce de leite com adição de 1% de farinha da semente de moringa) e Formulação - F2 (doce de leite com adição de 2% de farinha da semente de moringa). As formulações foram preparadas no mesmo dia de produção em tachos separados. Seguindo as etapas de produção conforme a Figura 4.

Figura 4. Fluxograma do processamento do doce de leite com adição de farinha da semente de moringa (*Moringa oleífera* Lam).

Fonte: Autores, 2025.

Inicialmente, cada tacho foi codificado com a identificação das amostras (C, F1 e F2) totalizando 3 formulações. Posteriormente foi adicionado em cada tacho 6 L de leite e submetidos ao processo de pasteurização até atingir a temperatura de 95 °C por 5 minutos. Ao atingir a temperatura houve a adição da sacarose (açúcar comum), onde em cada tacho foi adicionado gradativamente 1,400 kg, sob mexedura constante.

Em seguida, foi adicionado 5 g de bicarbonato de sódio em cada formulação, onde todas permaneceram por 3 horas sob agitação constante para atingir o ponto desejado. Quando o teor de sólidos solúveis de cada formulação atingiu ± 72 °Brix, os tachos foram retirados do fogo e levados para o banho de gelo com a finalidade de resfriar, sob agitação constante. Esse teor de sólidos solúveis foi determinado a partir de testes preliminares realizados. Atingindo o ponto desejado, adicionou-se em um dos tachos 1% da farinha da semente de moringa (F1) e 2% da farinha da semente de moringa (F2) em outro tacho (Figura 5), restando apenas a formulação controle (C) onde não houve adição da farinha de semente de Moringa.

Figura 5. Adição da farinha de *Moringa oleífera* Lam.

Fonte: Autores, 2025

Após a adição da farinha, ambos os tachos retornaram para o fogo por 20 minutos, sob agitação constante com o intuito de homogeneizar as formulações. Ao término, as duas formulações retornaram ao banho de gelo para resfriar. No intervalo que as duas formulações (F1 e F2) permaneciam na etapa de resfriamento a formulação controle (C) já resfriada, foi envasada em potes de polietileno de 145 mL, com auxílio da balança (ACQUA 30, São Paulo, Brasil) para padronização de todas as embalagens e deixadas sem o auxílio das tampas enquanto era realizado o envase das demais formulações (F1 e F2), onde cada formulação depois de envasada apresentou o rendimento de 15 potes com 145 g.

Posteriormente, as amostras (C, F1 e F2) foram seladas em seladora manual com auxílio de selos de alumínio e invertidas por 24 horas; ao término, as amostras foram armazenadas em temperatura ambiente (25 °C) por um período de 45 dias. Cada formulação foi analisada no intervalo de tempo de 1, 15, 30 e 45 dias (Figura 6).

Figura 6. Formulações de doce de leite bovino com adição da farinha de semente de moringa. Formulação controle (C), formulação com 1% da farinha de semente de moringa (F1), formulação com 2% da farinha de semente de moringa (F2).

Fonte: Autores, 2025.

**Caracterização físico-química, análise do perfil de textura e análise microbiológica do doce de leite tradicional e adicionado de farinha da semente de moringa**

As amostras (C, F1 e F2) foram submetidas às seguintes análises físico-químicas: Umidade de acordo com as normas do IAL (12); Extrato seco (12); Gordura, utilizando o método de Gerber (11); Gordura no extrato seco, obtido com relação ao teor de umidade (11); Teor de cinzas de acordo com as normas do IAL (12); Acidez total titulável (ATT) (11); pH, em medidor de pH (Digimed DM20, Digicron Analítica Ltd, Santo Amaro, SP, Brasil); Nitrogênio total pelo método Kjeldahl (11) e atividade de água (Decagon Devices Inc., Washington, EUA).

As amostras dos doces foram submetidas ao analisador de textura (Brookfild Texture Pro CT V 1.3 Build 15) após 30 dias de armazenamento. A força exercida sobre a amostra foi automaticamente registrada e os parâmetros firmeza (N), mastigabilidade (mJ), adesividade (N) e elasticidade (mm) foram calculados pelo software do equipamento. Os parâmetros foram calculados a partir da curva força-tempo, assim obtidos para cada amostra tomando a força no eixo Y e o tempo no eixo X (15).

As análises microbiológicas foram realizadas nos períodos de 1, 15, 30 e 45 dias de armazenamento, contemplando os parâmetros de **Estafilococos coagulase positiva (UFC/g) e Bolores e leveduras (UFC/g)**, conforme estabelecido pelo *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Doce de Leite* (MAPA, nº 354, de 04 de setembro de 1997). As análises microbiológicas foram conduzidas seguindo a metodologia descrita por Silva et al. (14).

**Determinação dos parâmetros colorimétricos da farinha e dos doces**

A determinação da cor foi realizada utilizando-se o colorímetro (KONIKA MINOLTA, modelo Chroma Meter CR-10). Para evitar interferências, foi utilizado um fundo branco; as medidas foram realizadas em triplicata com colorímetro devidamente calibrado. Foram determinados os parâmetros de luminosidade (L*), variando de preto ao branco (0 a 100), e as coordenadas a* variando de verde a vermelho e b* variando de azul a amarelo, bem como os valores do ângulo de tonalidade (hue, h*) e a pureza da cor (chroma ou saturação, C*).

**Determinação dos fenólicos totais da farinha e dos doces**

No preparo do extrato da farinha foi pesado em Erlenmeyer envolvidos com papel alumínio 0,5 g da farinha da semente de moringa e diluído em 50 mL de água destilada. No preparo dos extratos dos doces (Controle, 1% e 2%), 1 g foi pesado e diluído em 50 mL de água destilada. Ambos os extratos foram agitados no shaker de aquecimento (NL 343-01, São Paulo, Brasil) a 165 rpm por 1 hora. Em seguida, todas as repetições foram filtradas e levadas para análise.

O teor dos compostos fenólicos totais (TPT) foi determinado através do método de Folin-Ciocalteau (13). Alíquotas de 125 µL de extrato foram misturadas com 125 µL do reagente Folin-Ciocalteu e 250 µL de carbonato de sódio (28 g/L). As amostras permaneceram ao abrigo da luz por 30 min e então foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 765 nm. O ácido gálico foi utilizado para a determinação da curva padrão; os resultados das absorbâncias foram expressos em miligramas de equivalente ácido gálico (EAG) por grama de amostra.

**Análises estatísticas**

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os resultados das análises de proteínas, gordura, cinzas, sólidos não gordurosos e cor não mudaram durante o tempo de armazenamento, sendo utilizado o esquema fatorial 3 x 3, correspondendo aos 3 tratamentos Controle (C), F1 (1%) e F2 (2%) e 3 repetições. Os demais resultados (umidade, pH, acidez, extrato seco e atividade de água) variaram durante o período de armazenamento, sendo utilizado o esquema fatorial 3 x 4, onde o 3 corresponde às formulações Controle (C), F1 (1%) e F2 (2%) e 4 corresponde aos tempos de armazenamento (1, 15, 30, 45 dias). O perfil de textura foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, utilizando teste de Tukey. O software utilizado para a análise estatística foi o SISVAR versão 5.6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises realizadas na farinha de semente de moringa encontram-se na Tabela 1. As análises foram realizadas após o primeiro dia de armazenamento da farinha. Quando comparamos os resultados do teor de proteínas encontrados na farinha de semente de moringa (29,13%) após um dia de armazenamento e os resultados encontrados por Moyo *et al*. (17), (30,33%) e Shin (18) (24,4% e 25,3%) na farinha da folha da moringa, é possível inferir que o teor proteico da farinha obtida da semente é próximo. A proteína é o constituinte encontrado em maior quantidade na semente de moringa, aproximadamente 40% (19). Onde este elevado índice proteico, acaba se destacando quando comparado com demais farinhas, por exemplo a farinha de aveia que apresenta valores entre 8,5 a 11,00% (20)

Tabela 1 – Resultados da caracterização físico-química da farinha da semente de moringa (*Moringa oleífera* Lam).

| Análise | Resultado |
|---|---|
| Umidade (%) | 21,25±0,62 |

| | |
|---|---|
| Extrato Seco Total (%) | 78,75±0,12 |
| Cinzas (%) | 17,08±0,47 |
| Proteínas (%) | 29,13±0,10 |
| Atividade de água (%) | 0,611±0,00 |
| Lipídeos (%) | 37,13±0,58 |

Fonte: Autores, 2025

Todas as partes da moringa são ricas em nutrientes e compostos favoráveis ao bom funcionamento do organismo. Silva *et al*. (21) analisando a composição físico-química do pó *in natura* obtido das sementes de moringa encontraram 31,92% de proteínas e 31,46% de lipídios. A *Moringa oleífera* Lam apresentou elevado teor de lipídeos. Magalhães (22) afirma que o óleo extraído das sementes de moringa apresenta alta resistência à oxidação e contém elevados teores de ácidos graxos insaturados, especialmente o oleico, além de outros ácidos graxos que compõem o valor nutricional do óleo, vitamina E e potencial antioxidante, tornando-o uma importante matéria-prima para o desenvolvimento de novos produtos, agregando alto valor nutricional. Quando observamos o valor de lipídeos encontrado na farinha produzida comparado ao teor da semente de *Moringa oleífera* (37%) concluímos que é um produto com alto teor de lipídeos. Oliveira *et al.* (23) ao estudarem a utilização da Moringa para produção de biodiesel, indicaram que a semente produz entre 35 e 40% de lipídeos. Assim, as sementes da *Moringa oleífera* têm potencial para serem utilizadas na indústria alimentícia, na indústria de biodiesel, na indústria de cosméticos e na indústria de fármacos.

O valor de cinzas da farinha produzida no estudo foi de 17,08%, superando os valores encontrados por Macambira *et al*. (24) (11,18%) ao estudarem a caracterização nutricional do farelo das folhas de *Moringa oleífera* Lam, onde essa porcentagem fornece a quantidade residual de minerais presentes no produto.

A umidade tem uma grande importância nos processos microbiológicos como o desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias, e também para o desenvolvimento de insetos, sendo de fundamental importância na conservação e armazenamento, na manutenção da qualidade e no processo de comercialização dos alimentos.

Silva *et al.* (25) verificaram 5,24% de teor de água na farinha de sementes de moringa e 0,62 para atividade de água, resultados próximos ao verificado nessa pesquisa (0,61), o que caracteriza um alimento com teor de água livre intermediária (Aw de 0,6 a 0,8), ou seja, apresentando baixo risco de deterioração da farinha produzida.

De acordo com Figueredo (26), a luminosidade (L*) equivale ao efeito ótico proporcionado pela reflexão da luz que incide sobre o alimento e este parâmetro é considerado como um fator importante para a comercialização do produto. Em geral, grãos de textura dura rendem mais (produzem farinhas mais escuras) e grãos brandos rendem menos (farinhas mais claras). O parâmetro L* varia em uma escala de 0 a 100 e refere-se à capacidade do objeto de refletir ou transmitir luz (27). Ao observar o valor da luminosidade (L) obtido na farinha (27,87) podemos concluir que não é um produto que possui a cor clara, assim não transmitindo muita luz (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados da cor da farinha de semente de moringa (*Moringa oleífera* Lam).

| Parâmetro | Resultado |
|---|---|
| L* | 27,87±0,05 |
| a* | 2,33±0,15 |
| b* | 18,10±0,14 |

Luminosidade (L*), cor variando de verde a vermelho (a*) e a cor variando de azul a amarelo (b*).

Fonte: Autores, 2025.

A cor dos produtos alimentícios normalmente é um parâmetro que está relacionado à preferência do consumidor, além da luminosidade. A coloração (a*) encontrada na farinha de semente de moringa apresentou média de (2,33), o que indica uma tendência a cor vermelha e a coloração (b*) encontrada na farinha apresentou média de (18,10), apresentando tendência a tonalidade amarela. De acordo com Daniel *et al*. (29), a combinação positiva de a* e b* resulta na coloração marrom sendo esta cor característica de produtos da reação de Maillard.

Diante dos resultados obtidos, a farinha de semente de *Moringa Oleífera* Lam, mostrou-se dentro do preconizado pela legislação (RDC nº 60, de 23 de dezembro de 2019) para todos os parâmetros microbiológicos analisados. Esse resultado pode ser atribuído às boas condições higiênico-sanitárias do processamento e ao adequado armazenamento.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados obtidos dos parâmetros de proteínas, gordura, sólidos não gordurosos, cinzas e cor para as três formulações dos doces de leite: Controle (C), F1 (1%) da farinha da semente de moringa e F2 (2%) da farinha da semente de moringa. Os parâmetros avaliados não apresentaram mudanças durante o tempo de armazenamento. Portanto, o tempo não interferiu nas formulações dos doces de leite.

Tabela 3 – Resultados da composição físico-química e da cor dos doces de leite.

| Análises | Formulações | | | |
|---|---|---|---|---|
| | C | 1% | 2% | CV (%) |
| **Proteína (%)** | 15,62 $^{c}$ ± 0,30 | 21,44 $^{b}$ ± 0,18 | 24,63 $^{a}$ ± 0,35 | 12,45 |
| **Lipídeos (%)** | 6,83 $^{c}$ ± 0,28 | 7,07 $^{b}$ ± 0,22 | 7,58 $^{a}$ ± 0,41 | 2,47 |
| **Sólidos Não Gordurosos (%)** | 7,04 $^{b}$ ± 0,59 | 13,38 $^{a}$ ± 0,37 | 16,73 $^{a}$ ± 0,42 | 8,56 |
| **Cinzas** | 1,87 $^{a}$ ± 0,27 | 1,78 $^{b}$ ± 0,32 | 1,56 $^{c}$ ± 0,33 | 1,44 |
| **a*** | 2,06 $^{b}$ ± 0,40 | 2,39 $^{a}$ ± 0,95 | 2,44 $^{a}$ ± 0,41 | 12,19 |
| **b*** | 19,18 $^{a}$ ± 0,70 | 20,37 $^{a}$ ± 0,61 | 20,72 $^{a}$ ± 0,65 | 11,62 |
| **L*** | 29,64 $^{a}$ ± 0,80 | 28,21 $^{b}$ ± 0,52 | 27,88 $^{b}$ ± 0,76 | 4,16 |

C – controle (doce de leite tradicional); 1% – doce de leite com adição de 1% de farinha de moringa; 2% – doce de leite com adição de 2% de farinha de moringa; Luminosidade (L*), cor variando de verde a vermelho (a*) e a cor variando de azul a amarelo (b*). CV: coeficiente de variação. Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente, segundo o teste de Tukey ($p<0,05$).

Fonte: Autores, 2025.

Os valores de proteínas apontam que as três formulações apresentaram diferença significativa. E observa-se que a formulação com adição de 2% da farinha da semente de moringa apresentou maior valor de proteínas. Teixeira *et al.* (19) verificaram que a proteína é o composto encontrado em maior quantidade na semente da moringa, aproximadamente 40%, justificando os valores encontrados nas formulações dos doces e a maior concentração na formulação com 2% da farinha de semente de moringa.

O teor de matéria gorda do doce de leite controle e com adição da farinha de semente de moringa variou de 6,83 a 7,58%. A Portaria n° 354 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento preconiza que o teor de matéria gorda no doce de leite deve estar entre 6 e 9 g/100g. Portanto, as formulações dos doces de leite com adição da farinha de semente de moringa atenderam às especificações da legislação vigente (3).

Segundo Oliveira *et al.* (24) os lipídios são importantes no controle de qualidade, pois podem afetar o rendimento e a textura dos doces de leite. A matéria gorda diferiu significativamente entre todas as formulações estudadas, onde a formulação com maior adição da farinha de moringa apresentou respectivamente a maior concentração, fato este explicado pelo elevado teor de lipídeos presente na farinha de semente de moringa

(*Moringa oleífera* Lam), assim quanto maior a adição da farinha na formulação, consequentemente maior a concentração de matéria gorda no produto processado.

O teor de cinzas nas formulações apresentou valores entre 1,56 e 1,87%. Portanto, o doce de leite controle e os doces com adição da farinha de semente de moringa atenderam aos padrões estabelecidos pela legislação (3) em relação ao teor de conteúdo mineral mesmo com adição da farinha de semente de moringa. Expondo diferenças significativas entre si e obtendo maior concentração na amostra controle (1,87%).

O teor de sólidos não gordurosos apontou variação entre 7,04 e 16,73%, apresentando diferença significativa entre as formulações. Os sólidos não gordurosos correspondem a todos os elementos, menos a água e a gordura, onde a maior concentração se deu na formulação com adição de 2% da farinha.

Segundo Costa *et al.* (29), os parâmetros mais importantes para avaliação de cor de doce de leite são a luminosidade (L*) e o teor amarelo (b*). A coloração do doce de leite está intimamente ligada à Reação de Maillard que ocorre durante o cozimento. A cor é talvez a característica mais relacionada à aceitação do doce de leite. Como o valor L* expressa a luminosidade ou a claridade da amostra, e quanto mais próximo de 100 mais clara é a amostra, afirma-se que, como observado nos dados da Tabela 3, as formulações apresentaram uma coloração escura. A formulação controle (sem adição da farinha da semente de moringa) diferiu estatisticamente das demais formulações F1 (1%) e F2 (2%) de adição da farinha da semente de moringa. Diferença justificada pela adição da farinha que possui uma coloração escura e avermelhada (Figura 7).

Em todas as amostras, evidenciou-se predominância da coloração amarela (+b*) em relação à vermelha (+a). Rocha *et al*. (30), em sua pesquisa, encontraram valores de +b* oscilando entre 25,20 e 25,93, ao analisarem os doces elaborados com extrato hidrossolúvel de soja e soro de leite. O parâmetro a* (vermelho) das formulações com adição da farinha apresentou diferença significativa quando comparado com a formulação controle, variando entre 2,06 e 2,44 para a intensidade de vermelho. O parâmetro b* (amarelo) não diferiu entre as diferentes formulações.

Além da adição da farinha da semente de moringa contribuir para coloração mais escura do doce de leite, segundo Costa *et al.* (29) a diferenciação de cor no produto final pode ocorrer em função de vários fatores, dentre eles: a quantidade e o momento da adição do bicarbonato de sódio, a presença de açúcares redutores além da lactose, o teor inicial e final de sólidos solúveis da calda (leite mais sacarose) e do doce de leite respectivamente, o tempo gasto para a evaporação e a pressão de vapor utilizada nos

tachos. O maior teor de sólidos solúveis no início do processo diminui o tempo de fabricação, contribuindo para a obtenção de um produto mais claro.

As formulações de doce de leite apresentaram o teor de umidade entre 10,24 e 29,31%. A Portaria nº 354 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento preconiza que a umidade do doce de leite deve ser no máximo 30%, tendo este limite sido respeitado neste estudo. A baixa umidade do doce de leite pastoso melhora a conservação do produto, porém, facilita o aparecimento de arenosidade, defeito percebido sensorialmente (31). A cristalização da lactose é um dos defeitos mais comuns em doces de leite. O defeito não ocorre imediatamente após o processo, tornando-se aparente após algumas semanas da fabricação, e vai aumentando ao longo do armazenamento. Ao decorrer do armazenamento apenas na formulação controle, mais precisamente depois dos 15 dias de armazenamento, foi observada visualmente a cristalização do produto, aumentando com o tempo de armazenamento. Os valores do extrato seco total e da umidade dos doces ao longo do armazenamento podem ser visualizados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados do extrato seco total e da umidade dos doces de leite ao longo do armazenamento.

| **Extrato Seco Total (%)** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Armazenamento** | **Formulações** | | | |
| **(Dias)** | **C** | **1%** | **2%** | **CV (%)** |
| **01** | 89,75 $^{aA}$ ± 0,67 | 83,63 $^{aB}$ ± 0,34 | 87,40 $^{aA}$ ± 0,21 | 1,75 |
| **15** | 86,05 $^{bAB}$ ±0,27 | 80,41 $^{bAB}$ ± 0,39 | 72,82 $^{bC}$ ± 0,47 | |
| **30** | 85,32 $^{bA}$ ± 0,43 | 78,66 $^{bcB}$ ±0,65 | 71,83 $^{bC}$ ± 0,53 | |
| **45** | 83,25 $^{bA}$ ± 0,72 | 75,53 $^{cB}$ ± 0,48 | 70,69 $^{bC}$ ± 0,47 | |
| **Umidade (%)** | | | | |
| **Armazenamento** | **Formulações** | | | |
| **(Dias)** | **C** | **1%** | **2%** | **CV (%)** |
| **01** | 16,75 $^{aC}$ ± 0,22 | 24,46 $^{aB}$ ± 0,53 | 29,31 $^{bA}$ ± 0,46 | 7,20 |
| **15** | 14,68 $^{aC}$ ± 0,61 | 21,34 $^{abB}$± 0,47 | 28,17 $^{bA}$ ± 0,39 | |
| **30** | 13,95 $^{aAB}$ ±0,71 | 19,59 $^{bB}$ ± 0,54 | 27,18 $^{aA}$ ± 0,28 | |
| **45** | 10,24 $^{bC}$ ± 0,36 | 16,37 $^{cA}$ ± 0,61 | 12,60 $^{bB}$ ± 0,57 | |

C – controle (doce de leite tradicional); 1% – doce de leite com adição de 1% de farinha de moringa; 2% – doce de leite com adição de 2% de farinha de moringa; CV: coeficiente de variação. Letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente, segundo o teste de Tukey ($p<0,05$).

Fonte: Autores, 2025

Ao observarmos a formulação controle (C) e a formulação com adição de 2% da farinha de semente de moringa, é possível concluir que ambas diferiram estatisticamente em relação ao tempo de armazenamento (Tabela 4). A formulação que mais apresentou diferença em relação ao armazenamento foi a 2%, iniciando com um alto teor de umidade e diminuindo no decorrer do armazenamento. Ao comparar os valores da formulação de 1% e 2% observa-se um teor de umidade respectivamente maior quando comparados com a formulação controle, porém, esses valores permaneceram dentro do permitido pela legislação e resultaram positivamente, impedindo o processo de cristalização das formulações (1% e 2%).

Os valores de Extrato Seco Total (Tabela 4) mostram que todas as formulações apresentaram diferença significativa entre si. Essa diferença pode ser explicada pela concentração de açúcar entre as formulações, onde o doce controle acaba concentrando apenas a sacarose. Nas formulações 1% e 2% observamos um decréscimo, principalmente na formulação com adição de 2% da farinha da semente de moringa. Quando comparamos cada formulação em relação ao armazenamento, nota-se a maior diferença significativa na formulação com 2%, onde no primeiro dia de armazenamento o Extrato Seco Total foi de 87,40% e após 45 dias de armazenamento, 70,69%.

Entende-se por atividade de água (Aw) o parâmetro que mede a disponibilidade de água de um determinado alimento, variando em uma escala de 0 a 1. Assim, quanto maior o valor de Aw, maior será o risco de deterioração do alimento. Os doces em geral não são produtos favoráveis ao crescimento de microrganismos, por apresentarem alta concentração de carboidratos e consequentemente uma baixa atividade de água.

Durante o armazenamento, a Aw apresentou diferenças significativas apenas no primeiro dia de armazenamento para todas as formulações (Tabela 5). A adição da farinha da semente de moringa não apresentou diferença significativa para a atividade de água que variou de 0,73 a 0,87, estes valores relativamente baixos inibem o crescimento da maioria das bactérias, sendo os bolores e leveduras os microrganismos capazes de se desenvolver mais facilmente, porém este parâmetro praticamente não apresentou alterações ao longo dos 45 dias de armazenamento.

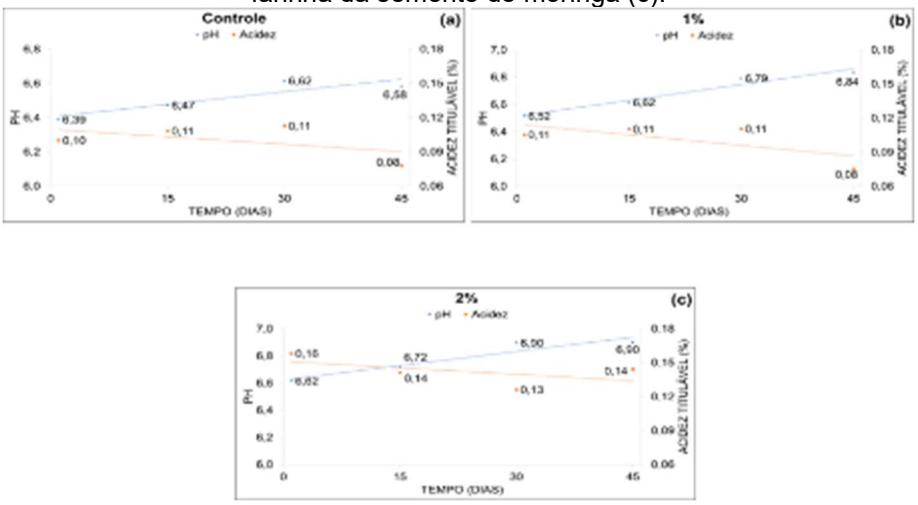
Tabela 5 – Resultados da atividade de água (Aw) em % dos doces de leite ao longo do armazenamento.

| Armazenamento (Dias) | Formulações | | | |
|---|---|---|---|---|
| | C | 1% | 2% | CV (%) |
| **01** | 0,87 $^{aA}$ ± 0,04 | 0,84 $^{aA}$ ± 0,06 | 0,84 $^{aA}$ ± 0,00 | 3,14 |
| **15** | 0,77 $^{bA}$ ± 0,05 | 0,78 $^{bA}$ ± 0,05 | 0,78 $^{bA}$ ± 0,03 | |
| **30** | 0,73 $^{bA}$ ± 0,00 | 0,77 $^{bA}$ ± 0,02 | 0,76 $^{bA}$ ± 0,01 | |
| **45** | 0,73 $^{bA}$ ± 0,01 | 0,75 $^{bA}$ ± 0,00 | 0,76 $^{bA}$ ±0,06 | |

C – controle (doce de leite tradicional); 1% – doce de leite com adição de 1% de farinha de moringa; 2% – doce de leite com adição de 2% de farinha de moringa; CV: coeficiente de variação. Letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente, segundo o teste de Tukey (p<0,05).

Na Figura 7 estão expostos os valores de pH e acidez (% de ácido lático), ao longo do período de armazenamento. Pode ser observada a tendência da redução gradual do pH dos doces e, como esperado, o aumento da acidez. Durante o armazenamento, o pH do doce controle (Figura 7a) variou significativamente no primeiro e décimo quinto dia, sendo o menor pH (6,40) observado no primeiro dia de armazenamento e o maior valor de pH (6,62) referente ao trigésimo dia de armazenamento, e permanecendo sem diferença significativa até os quarenta e cinco dias.

Figura 7. Comportamento do pH e da acidez durante o período de armazenamento dos doces: Controle (a), com adição de 1% da farinha da semente de moringa (b) e com adição de 2% da farinha da semente de moringa (c).




Fonte: Autores, 2025.

O pH para este tipo de alimento é um fator importante uma vez que a velocidade máxima da Reação de Maillard ocorre entre o pH 6,0 e 7,0 e é intensificada pelo aumento do grau de hidrólise da lactose, que resulta numa maior disponibilidade de

açúcares redutores (32) contribuindo para maior coloração do doce de leite. Além do pH, a acidez também possui um papel importante na qualidade sensorial do produto. Assim, observando o comportamento do pH e da acidez da formulação controle, houve o aumento do pH e consequentemente o decrescimento da acidez.

A formulação com adição de 1% da farinha de semente de moringa (Figura 7b) apresentou resultados semelhantes à formulação controle, onde o pH inicial foi de 6,52 e aos 45 dias de armazenamento apresentou um pH de 6,84. A acidez apresentou diferença significativa apenas no último dia de armazenamento (45 dias). Já a formulação com adição de 2% da farinha de semente de moringa (Figura 7c) foi a formulação que apresentou os maiores valores para ambos os parâmetros. Observou-se que, quanto maior a adição da farinha de semente de moringa, maiores foram os valores de pH e acidez para o doce de leite.

Os valores encontrados dos compostos fenólicos dos doces ao longo do período de armazenamento encontram-se na Tabela 6. O doce com adição de 2% da farinha de semente de moringa apresentou uma quantidade considerável de compostos fenólicos, possivelmente derivados da farinha de semente de moringa. Existem várias pesquisas que comprovam o valor significativo dos compostos fenólicos em partes da moringa, nas folhas e cascas; entretanto, poucos demonstram a presença de compostos fenólicos na semente.

Nota-se que a formulação controle não apresentou diferenças significativas ao longo do armazenamento, já a formulação com adição de 1% da farinha de semente de moringa apresentou valores maiores que a amostra controle, mas não apresentou diferenças significativas em relação ao armazenamento. Ao observar a formulação com 2% da farinha, houve diferença significativa apenas aos 45 dias de armazenamento e um valor expressivo comparado aos demais valores encontrados. Observando os valores é possível identificar que a formulação com maior concentração de farinha apresentou a maior quantidade de compostos fenólicos, além de expor resultados satisfatórios em relação ao período de armazenamento, resultados explicados pelo valor dos compostos fenólicos da farinha de semente de moringa, assim quanto maior a concentração da farinha no doce, maior o valor dos fenólicos encontrados.

Tabela 6 – Resultados dos compostos fenólicos dos doces de leite ao longo do armazenamento.

| **Armazenamento (Dias)** | **Formulações** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **C (mg EAG/g)** | **1% (mg EAG/g)** | **2% (mg EAG/g)** | **CV (%)** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **01** | 113,53 $^{aB}$ ± 0,95 | 141,58 $^{aAB}$ ± 0,18 | 171,82 $^{bA}$ ± 0,38 | |
| **15** | 126,74 $^{aB}$ ±0,78 | 156,76 $^{aAB}$ ± 0,51 | 176,16 $^{bA}$ ±0,26 | 11,14 |
| **30** | 128,98 $^{aB}$ ± 0,77 | 157,12 $^{aA}$ ± 0,34 | 182,82 $^{bA}$ ± 0,68 | |
| **45** | 142,73 $^{aB}$ ± 0,86 | 173,53 $^{aB}$ ± 0,39 | 229,33 $^{aA}$ ± 0,43 | |

C – controle (doce de leite tradicional); 1% – doce de leite com adição de 1% de farinha de moringa; 2% – doce de leite com adição de 2% de farinha de moringa; mg EAG/g: miligrama de equivalente ácido gálico por grama de amostra. CV: coeficiente de variação. Letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente, segundo o teste de Tukey ($p<0,05$). Fonte: Autores, 2025.

Durante o armazenamento, todas as formulações dos doces com adição da farinha obtida de semente de moringa apresentaram aumento na concentração de compostos fenólicos. Assim, pode-se concluir que a formulação com 2% da farinha apresentou maiores valores ao longo dos 45 dias de armazenamento, demonstrando que a farinha é rica em compostos fenólicos, sendo uma ótima alternativa para produção de produtos alimentícios, como o doce de leite.

Os resultados do perfil de textura instrumental dos doces estão dispostos na Tabela 7. As formulações do doce de leite foram analisadas após 30 dias de armazenamento à temperatura ambiente, em que apresentaram valores de firmeza entre 3,22 N e 7,40 N, apresentando diferença significativa entre as três formulações, com a maior média para a formulação de 1%. Segundo Fox *et al.* (33) a dureza é o valor referente à força necessária para comprimir o alimento entre os dentes molares; desta forma, quanto maior o valor, mais firme será o doce de leite; por sua vez, baixos valores de dureza referem-se a doces mais macios.

A mastigabilidade refere-se à quantidade de energia necessária para transformar o alimento em um estado adequado para a deglutição (34). A mastigabilidade, correlaciona-se com a dureza, uma vez que quanto maior a dureza, maior a energia necessária para desintegrá-lo. As amostras de doce de leite apresentaram diferença significativa, apresentando a maior média a formulação com adição de 1% da farinha da semente de moringa, que também apresentou maior valor para dureza.

Tabela 7 – Resultado do perfil de textura dos doces de leite

| **Parâmetros** | **Formulações** |
|---|---|

| | C | 1% | 2% | CV (%) |
|---|---|---|---|---|
| **Dureza (N)** | 3,22 [a] ± 0,25 | 7,40 [c] ± 0,31 | 5,98 [b] ± 0,45 | 8,41 |
| **Mastigabilidade (mJ)** | 19,18 [a] ± 0,39 | 39,93 [c] ± 0,29 | 26,63 [b] ± 0,32 | 16,78 |
| **Adesividade (mJ)** | 1,24 [a] ± 0,17 | 1,59 [a] ± 0,22 | 1,96 [b] ± 0,27 | 12,25 |
| **Elasticidade (mm)** | 3,59 [a] ± 0,51 | 19,33 [b] ± 0,39 | 30,39 [c] ± 0,41 | 13,06 |

C – controle (doce de leite tradicional); 1% – doce de leite com adição de 1% de farinha de moringa; 2% – doce de leite com adição de 2% de farinha de moringa; CV: coeficiente de variação. Letras minúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente, segundo o teste de Tukey ($p<0,05$). Fonte: Autores, 2025

A elasticidade é a facilidade da amostra em recuperar a forma após ser submetida a uma força, enquanto a adesividade seria a força exigida para remover o material aderido à boca durante o seu consumo. A adição da farinha influenciou significativamente a elasticidade dos doces produzidos, em que a formulação com 2% apresentou maior média (30,39 mm).

A adesividade é a energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e de outros materiais com os quais o alimento entra em contato (35). Em relação à adesividade, observa-se que houve diferença significativa apenas na formulação com 2% de farinha de moringa, o que significa que, quanto maior foi a adição de farinha no doce produzido, mais adesivos foram os doces.

Os doces foram analisados ao término de cada tempo de armazenamento (1, 30 e 45 dias) seguindo os requisitos da Instrução Normativa n° 354, de 04 de setembro de 1997, que aprova o Regulamento Técnico de identidade e qualidade de doce de leite. Os doces, controle (C), com adição de 1% da farinha de semente de moringa (F1) e com adição de 2% (F2) apresentaram resultados dentro dos limites aceitáveis estabelecidos pela referida legislação no período de 45 dias de armazenamento em temperatura ambiente (25 °C). Os resultados das análises de Staphilococcus Coagulase Positiva/g (1,0 x 10^2 UFC/mL) e Fungos e Leveduras/g (1,0 x 10^2 UFC/mL) foram os mesmos para todas as formulações dos doces.

Para alimentos em geral, a utilização de métodos combinados de conservação, como aplicação de calor (pasteurização ou esterilização), é eficiente para manutenção de seu prazo de validade. No caso das formulações de doces com adição da farinha, o processo de cozimento/concentração, aliado às Boas Práticas de Fabricação e a alta concentração de açúcar (características dos doces) foram suficientes para produzir doces que atenderam às exigências da legislação.

## CONCLUSÕES

A moringa (*Moringa oleífera* Lam.) é uma planta de múltiplos usos, desde suas folhas até as suas sementes, apresentando diferentes propriedades. A farinha produzida demonstrou resultados satisfatórios para os parâmetros de proteínas, lipídios e atividade de água (Aw). A partir dos estudos realizados, conclui-se resultados positivos em relação à adição da farinha no doce de leite produzido e armazenado no período de 45 dias.

Os compostos fenólicos apresentaram resultados satisfatórios tanto para a farinha produzida como para as formulações dos doces de leite. A farinha apresentou os maiores valores para compostos fenólicos, comparados aos valores encontrados nos doces; consequentemente, quando observados os valores das formulações dos doces de leite, a formulação com adição de 2% da farinha da semente de moringa apresentou elevadas concentrações de fenólicos.

Portanto, o estudo apresentou resultados promissores para a adição da farinha de semente de moringa em produtos alimentícios, como o doce de leite, sendo uma ótima alternativa para agregar valor a ambos os produtos, o doce de leite bovino e a farinha de semente de moringa (*Moringa oleífera* Lam).

## REFERÊNCIAS


1. ADRIANO G. *et al.* Processamento de Produtos Lácteos. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

2. MATIAS, A. E. B. Análise microbiológica e físico-química de doces de leite comercializados em feiras livres do Gama – DF. **Revista de Saúde – RSF**, v. 7, n. 3, p. 64-74, 2020. Disponível em: <doi: 10.32406/v4n3/2021/117-124/agrariacad>.

3. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria n° 354, de 04 de setembro de 1997. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Doce de Leite**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 8 de set. de 1997.

4. CHAVES, M. A. *et al*. Influences of chia flour and the concentration of total solids on the characteristics of dulce de leche from goat milk. **Food Science and Technology**, v. 38, p. 338–344, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-457X.22017>.

5. GUIMARÃES, I. C. O. *et al.* Development and description of light functional dulce de leche with coffee. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, p. 195–203, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.32712/2446-4775.2022.1315>.

6. CARDOSO, A. E. M. *et al*. Emprego de prebiótico em doce de leite bubalino visando à redução da sacarose. **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**, v. 4, n. 1, p. 01–11, 2018. Disponível em: < https://doi.org/10.5965/24473650412018001>.

7. WANDERLEY, M. A. *et al.* Effect of the goat milk in sensory quality and processing time of doce de leite. **Ciência y Tecnologia Alimentaria**, v. 4, n. 5, p. 315–318, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/11358120509487657>.

8. KOU, X. *et al.* Nutraceutical or Pharmacological otential of Moringa oleifera Lam. **Nutrients**, v. 10, n. 3, p. 343, 2018.

9. DHAKAD, A.K. *et al*. Significado biológico, nutricional e terapêutico de Moringa oleifera Lam. **Phytotherapy Research**. DOI: 10.1002 / ptr.6475, 2019.

10. PAIKRA, B.K.; DHONGADE, H.K.; GIDWANI, B. Phytochemistry and pharmacology of Moringa oleifera Lam. **Journal of Pharmacopuncture**. v. 20, p. 194-200, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3831/KPI.2017.20.022>.

11. AOAC, 2016 - Official methods of analysis. 20th. ed. **Association of Official Analytical Chemistry**, Washington, DC, USA.

12. IAL - INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz**. 4 Ed. São Paulo, v. 1. 1008, 2005.

13. SINGLETON, V. L., & ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

14. SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKY, N. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZARI, M. M**. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

15. MILORADOVIC, Z.; MIOCINOVIC, J.; KLJAJEVIC, N.; TOMASEVIC, I.; & PUDJA, P. The influence of milk heat treatment on composition, texture, colour and sensory characteristics of cows' and goats' Quark-type cheeses. **Small Ruminant Research**, v. 169, p. 154-159, 2018.

16. ANWAR, F.; SAJID, L.; MUHAMMAD, A.; ANWARUL, H.G. Moringa oleifera: a food plant with multiple medicinal uses. **Phytotherapy Research**., v. 21, p.17- 25, 2007. Disponível em: < https://doi.org/10.1002/ptr.2023>.

17. MOYO, B.; MASIKA, P. J.; HUGO, A.; MUCHENJE, V. Nutritional characterization of Moringa (Moringa oleifera Lam) leaves. **African Journal of Biotechnolog**y, v. 10, p. 12925- 12933, 2011. Disponivel em: <https://doi.org/10.5897/AJB10.1599>

18. SHIH, M. C.; CHANG, C. M.; KANG, S. M.; TSAI, M. L. Effect of Different Parts (Leaf, Stem and Stalk) and Seasons (Summer and Winter) on the Chemical Compositions and Antioxidant Activity of Moringa oleifera. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 12, n. 9, p. 6077-88, 2011. Disponível em: < https://doi.org/10.3390/ijms12096077>.

19. TEIXEIRA, E. M. B. *et al*. Chemical characteristics and fractionation of proteins from Moringa oleifera Lam. leaves. **Food Chemistry**, (s. l.), v. 147, p. 51-54, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.135>.

20. TACO. Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação - NEPA. Tabela brasileira de composição dos alimentos – TACO. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011.

21. SILVA, S. N.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P.; BARROSO, A. J. R.; SILVA, P. B.; MELO, B. A.; SILVA, L. P. F. R.; SANTOS, N. C.; MATOS, J. D P.; MORAES, M.

S.; MORAES, J. S. Production and physical and physicochemical characterization powder in natura and freeze-dried of moringa seeds. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 9, p. 11-20, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.35512/ras.v4i5.4744>.

22. MAGALHÃES, E. R. B. Avaliação de floculante natural à base de Moringa oleífera no tratamento de água produzida na indústria de petróleo: aplicação da técnica combinada floculação/flotação. 2014. 95f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

23. OLIVEIRA, A. C. B. De.; MIRANDA, E, C, De.; ROSELANY, C. Exigências nutricionais e alimentação do tambaqui. In: FRACALOSSI, D. M. & CYRINO, J. E. P. NUTRIAQUA: Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. Florianópolis, Cap. 11, p. 231 – 240. 2012.

24. MACAMBIRA, G. *et al.* Caracterização nutricional das folhas de Moringa oleífera (Mol) para frangos de corte. **Arq. bras. med. vet. zootec**., Belo Horizonte, v. 70, n. 2, p. 570-578, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9522>.

25. SILVA, G. V.; SOUTO, J.S.; SANTOS, J. B. Cultivo de moringa: importância nutricional, uso e aplicações. Meio Ambiente (Brasil), v. 1, n. 3, p. 23-32, 2019.

26. FIGUEIREDO, S. P. *et al*. Características do leite cru e do queijo minas artesanal do Serro em diferentes meses. **Archives of Veterinary Science**, v. 20, n. 1, 2015. DOI: https://doi.org/10.5380/avs.v20i1.37243

27. ANDRADE, A. A. de. Estudo do perfil sensorial, físico-químico e aceitação de queijo de coalho produzido no estado do Ceará. 104p. 2006. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

28. DANIEL, A. P.; ALVES, A. F.; dos SANTOS GIULIANI, C.; CIROLINI, A.; & da ROSA, V. P. Biscoitos tipo cookies elaborados com subprodutos de cerveja artesanal. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v.3, n.25, p.25-29, 2018

29. COSTA, A. M. N. M. *et al*. **Elaboração de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de soro de leite**. In: III JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 2017, Bananeiras. Anais... Bananeiras, 2017. ISSN 1980-1122.

30. ROCHA, L. O. F.; PIMENTA, C. J.; REZENDE, D. A. C. S.; OLIVEIRA, R. M. E. Avaliação físico-química e sensorial de doce de leite elaborado com extrato hidrossolúvel de soja e soro de leite sabor café. Revista Brasileira de Produtos **Agroindustriais**, v. 14, n. 3, p. 251-259, 2012.

31. DEMIATE I. M; KONKEL F. E; PEDROSO R. A. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite pastoso - composição química. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, p. 108-114, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612001000100023>.

32. TERPOU, A.; PAPADAKI, A.; LAPPA, I. K.; KACHRIMANIDOU, V.; BOSNEA, L.A; KOPSAHELIS, N. Probiotics in food systems: Significance and emerging strategies towards improved viability and delivery of enhanced beneficial value**. Nutrients**, v. 11, n. 7, p. 1591, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu11071591>.

33. FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; MCSWEENEY, P. L. H. (2017). Factors that affect cheese quality. In P. F. Fox, T. P. Guinee, T. M. Cogan & P. L. H.

McSweeney (Eds.), **Fundamentals of cheese science** (pp. 617-641). Boston: Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-1- 4899-7681-9_15.

34. THONGUDOMPORN, U.; CHONGSUVIVATWONG, V.; GEATER, A. F. Classification of common foods consumed by Thais based on textural properties. **Songklanakarin Dent**. J, v. 3, n. 2, p. 45-52, 2015

35. SZCZESNIAK A. S. Texture is a Sensory Property. **Journal of Food Quality and Preference**, v. 13, n. 4, p. 215-225, 2002.

# ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE *BROWNIES* FORMULADOS COM FARINHA DO BAGAÇO DE MALTE

# ELABORATION AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF BROWNIES FORMULATED WITH MALT BAGASSE FLOUR

**DOI: 10.65747/conali2025v2c08**

**Flavia Isaura Soares de Lima[1]; Beatriz Oliveira Soares[2]; Larissa Nunes Torres[3]; Williames Fabio de Souza Bezerra Filho[4]; Iris Barbosa de Souza[5]; Marilene da Silva Lima[6]**

[1234]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UFAPE; [56]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – UFAPE.

Contato: flavia.isalima@gmail.com

**Resumo:** O Brasil segue como terceiro maior produtor mundial de cerveja e esse setor produz uma alta quantidade de resíduos, frequentemente descartados de maneira inadequada. Porém, o bagaço de malte apresenta potencial em fibras, proteínas e minerais. Este estudo visou elaborar e analisar físico-quimicamente *brownies* produzidos com farinha do bagaço de malte. Elaborou-se três formulações de *brownie*, sendo estas a tradicional, A0 (controle), e outras duas, A1 (30%) e A2 (60%), contendo a substituição da farinha de trigo pela farinha produzida. As análises incluíram atividade de água, pH, acidez total titulável, umidade, cinzas, lipídios, proteínas, fibras alimentares, carboidratos e valor calórico. A formulação A2 apresentou melhores características. A atividade de água dos *brownies* variou entre 0,60 e 0,72, onde A0 apresentou o maior valor. A substituição induziu no aumento da acidez e redução do pH. Os teores de umidade variaram de 9,55 a 13,32%, onde a formulação A2 obteve o menor valor. Esta mesma formulação, A2, apresentou maior teor de lipídios, de 11,06%. Os resultados para proteínas apresentaram-se baixos, mas significativos. A formulação com o maior conteúdo de fibras alimentares foi a A2, com 4,70%. A formulação A0 apresentou o maior teor de carboidratos, 76,00%, e a A2 o maior valor calórico encontrado, sendo 392,94 kcal. O estudo demonstrou que o bagaço de malte influencia positivamente no caráter estável e nutritivo dos *brownies*. Logo, é possível produzir *brownies* de qualidade utilizando a farinha do bagaço de malte como forma alternativa nutritiva e sustentável.

**Palavras–chave:** perfil físico-químico; resíduo cervejeiro; sustentabilidade

**Abstract:** Brazil remains the world's third largest beer producer, and this sector produces a large amount of waste, which is often improperly disposed of. However, malt bagasse has potential in fiber, protein, and minerals. This study aimed to develop and analyze physicochemically brownies produced with malt bagasse flour. Three brownie formulations were developed: the traditional one, A0 (control), and two others, A1 (30%) and A2 (60%), containing the replacement of wheat flour by the produced flour. The analyses included water activity, pH, total titratable acidity, moisture, ash, lipids, proteins, dietary fiber, carbohydrates, and caloric value. Formulation A2 presented the best characteristics. The water activity of the brownies ranged from 0,60 to 0,72, with A0

presenting the highest value. The substitution induced an increase in acidity and a reduction in pH. Moisture contents ranged from 9,55 to 13,32%, with formulation A2 obtaining the lowest value. This same formulation, A2, had a higher lipid content of 11,06%. The results for proteins were low but significant. The formulation with the highest dietary fiber content was A2, with 4,0%. Formulation A0 had the highest carbohydrate content, 76,43%, and A2 had the highest caloric value, 396,14 kcal. The study demonstrated that malt bagasse positively influences the stability and nutritional character of brownies. Therefore, it is possible to produce quality brownies using malt bagasse flour as an alternative, nutritious and sustainable form.

**Keywords:** physicochemical profile; brewery waste; sustainability

## INTRODUÇÃO

No mercado alimentício atual, novos produtos com características sensoriais e nutricionais melhoradas estão surgindo, esses aspectos são cada vez mais procurados pelos consumidores ao adquirir esses produtos. Pois estes consumidores buscam por escolhas mais saudáveis, que promovam a qualidade de vida, e por alimentos com valores nutricionais adequados para o cotidiano e estilo de vida.

Por esse motivo, fatores como o aumento da produção e de inovações tecnológicas no setor da indústria de alimentos estão cada vez mais requisitados. Isso inclui novas técnicas de processamento, modificações nas características sensoriais e melhoria do perfil nutricional dos produtos. Práticas de aproveitamento integral também são abordadas, visando minimizar o impacto ambiental e explorar novas oportunidades, levando em consideração utilizar os subprodutos gerados para agregar valor.

O Brasil segue em terceiro lugar no *ranking* mundial de produção de cerveja e o setor cervejeiro produz uma alta quantidade de resíduos (1). Na produção da cerveja, durante a etapa de filtração do mosto, obtém-se o bagaço de malte, um resíduo sólido que representa mais de 80% do resíduo total gerado em uma única produção (2). Infelizmente, a geração do bagaço de malte acarreta impactos ambientais se for descartado de forma incorreta, com os destinos mais comuns sendo a queima ou a utilização como ração animal.

No entanto, de acordo com Massardi, Massini e Silva (3), este resíduo pode ter outras finalidades de aproveitamento, como potencial produtor de biogás, etanol de segunda geração, biocarvões, ácidos orgânicos e uso na compostagem. Outra alternativa é a utilização na produção de alimentos, como farinha, farelo, suplementos alimentares, graças aos seus compostos bioativos, ou simplesmente *in natura* (4).

Além disso, o bagaço de malte é rico em fibras alimentares, proteínas e minerais, apresentando também uma quantidade considerável de compostos fenólicos (5; 6). Ele

pode estar presente em formulações de produtos de panificação, como pães, bolos, biscoitos; produtos cárneos, como salsichas e hambúrgueres; produtos à base de cereais, como as barras de cereais; e até mesmo em gelatos (7; 8; 9; 10; 11).

O *brownie* é uma sobremesa à base de chocolate, de origem americana, muito consumida no Brasil. De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada nº 359/2003, os *brownies* se enquadram na categoria de alimentos que fornecem energia por meio de açúcares e gorduras, com valor energético de 100 kcal por porção, fatia, de 40 gramas (12). Por ser um produto de panificação pronto para consumo e bastante consumido atualmente, esta sobremesa se torna um potencial objeto de estudo. Com a possibilidade de substituição ou adição de ingredientes que tornem esse produto mais saudável, adequando a receita a diversos nichos, incluindo alérgicos, veganos e pessoas em dietas restritivas (13).

Assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar e avaliar físico-quimicamente os *brownies* produzidos com farinha do bagaço de malte, como uma possível alternativa de reutilização deste resíduo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A produção dos *brownies*, assim como as posteriores análises, foi realizada nos Laboratório de Cereais e Panificação e Laboratório de Análises de Alimentos, respectivamente. Ambos situados na Seção de Laboratórios de Ciência e Tecnologia de Alimentos - SLCTAL da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPE.

### 2.1 Obtenção das matérias-primas

As amostras de bagaço de malte foram obtidas por meio de um projeto integrado do curso de Engenharia de Alimentos da UFAPE, que envolve a produção de diferentes estilos de cervejas. Para este estudo, foi fornecido o bagaço de malte resultante da fabricação de cervejas dos tipos *APA*, *IPA* e *Stout*.

Após aquisição, a matéria-prima foi mantida em congelamento em *freezer* a -30° C para a produção da farinha de bagaço do malte. Todos os demais ingredientes da formulação, utilizados para elaboração dos *brownies*, foram adquiridos em supermercados do município de Garanhuns - PE.

### 2.2 Elaboração da farinha de bagaço de malte

Para elaboração da farinha o bagaço de malte úmido foi fracionado em porções de 600 gramas, distribuído em bandejas de aço inoxidável retangulares, e levado à estufa de circulação de ar forçado (LT 96 CR) para secagem à temperatura de aproximadamente 72 °C por aproximadamente 4 horas e 45 minutos. Logo após, realizou-se a trituração do bagaço seco em moedor elétrico (MDR 302, Cadence). Para melhor aproveitamento do resíduo e granulometria, a farinha foi homogeneizada por meio de peneira de 32 *mesh* (equivalente a 500 µm). Posteriormente a farinha foi embalada, selada à vácuo e armazenada sob congelamento à -30 °C até a produção dos *brownies*.

### 2.3 Elaboração dos *brownies* com adição da farinha do bagaço de malte

Foram elaboradas três formulações de *brownie*. Para a formulação controle (A0) foram utilizados margarina com sal, achocolatado em pó, farinha de trigo, ovos e açúcar. A Tabela 1 apresenta a lista de ingredientes utilizados e seus respectivos percentuais para compor as formulações desenvolvidas.

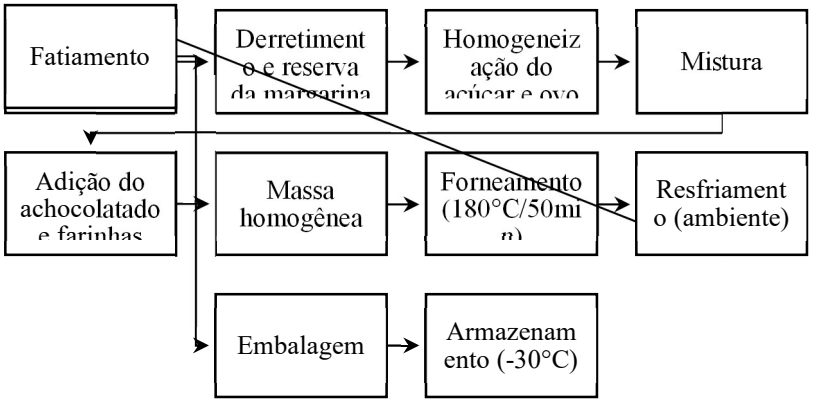
**Tabela 1 –** Ingredientes utilizados para as formulações controle e com substituição pela farinha do bagaço de malte.

| Ingredientes (%) | A0 (controle) | A1 (30%) | A2 (60%) |
|---|---|---|---|
| Açúcar cristal | 13,7 | 13,7 | 13,7 |
| Achocolatado em pó | 42,6 | 42,6 | 42,6 |
| Farinha do bagaço de malte | - | 5,1 | 10,3 |
| Farinha de trigo | 17,1 | 12,0 | 6,8 |
| Margarina com sal | 7,9 | 7,9 | 7,9 |
| Ovos | 18,7 | 18,7 | 18,7 |
| Total | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

**Fonte:** Autores, 2025.

As etapas de produção dos *brownies* são descritas abaixo, no fluxograma apresentado na Figura 1.

**Figura 1 -** Fluxograma das etapas da produção dos *brownies.*




**Fonte:** Autores, 2025.

Os ingredientes foram separados e pesados previamente. Primeiramente a margarina foi derretida e reservada, enquanto misturava-se o açúcar e o ovo em um recipiente com auxílio de uma colher de silicone. A margarina foi então adicionada à mistura e bem homogeneizada aos demais ingredientes. Por fim, adicionou-se o achocolatado e as farinhas e realizou-se a última homogeneização.

As massas foram assadas simultaneamente, em forno de fogão convencional, a 180 °C por 50 minutos, em travessas de vidro de mesmo tamanho e forradas com papel manteiga. O ponto de *brownie* considerado foi de inserir um palito no centro e arredores da massa e o mesmo sair com migalhas pouco úmidas de massa, além de apresentar leve crosta na superfície. Após o preparo, os *brownies* foram resfriados até atingirem a temperatura ambiente, embalados em sacos plásticos e mantidos sob congelamento (-30 °C) até a realização das análises.

### 2.4 Análises físico-químicas realizadas

Os parâmetros a serem analisados, foram o valor de atividade de água, pH, acidez total titulável, umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos e fibras alimentares. Todas as análises foram realizadas em triplicata com base em uma amostragem e tomou-se como resultado final a média dos valores obtidos e seu desvio padrão.

Para a aferição direta do valor de atividade de água, utilizou-se o higrômetro AquaLab, a 25,4°C ± 0,08. O pH foi determinado realizando leitura estabilizada em pHmetro, a 25,5°C ± 0,18. Quanto à acidez total titulável, foi determinada por titulação com hidróxido de sódio 0,01M e a umidade foi determinada por meio da diferença de peso antes e após a amostra ser submetida à estufa de secagem pré-aquecida a 105°C até resultado de peso constante. Todos de acordo com metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (14).

A determinação de lipídeos foi realizada por meio da extração durante 6 horas contínuas em aparelho Soxhlet, utilizando hexano P.A como solvente e quantificando o teor lipídico da amostra por diferença entre a pesagem dos balões vazios e após extração. O teor de proteínas foi determinado por meio do método Kjeldahl, que para os cálculos de conversão do nitrogênio em proteína bruta considerou-se o fator 6,25 (15).

Os teores de cinzas foram determinados por meio de cálculo indireto, a partir das informações nutricionais apresentadas no banco de dados da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TBCA (16) para cada um dos ingredientes tradicionais utilizados. Já para a farinha do bagaço de malte, utilizou-se como referência o percentual de cinzas obtido por Almeida (5), sendo este de 3,23%.

De maneira semelhante, as fibras alimentares foram determinadas, a partir das informações nutricionais apresentadas no rótulo dos ingredientes utilizados para produção dos *brownies*. Para a farinha do bagaço de malte, também utilizou-se como referência o percentual obtido por Almeida (5), sendo este de 43,69%.

A quantificação de carboidratos foi feita por meio da diferença, subtraindo de 100% os teores de fibras alimentares, proteínas, cinzas, umidade e lipídeos encontrados por meio do cálculo e das análises laboratoriais realizadas.

Por fim, o valor calórico/energético foi determinado de acordo com o proposto pela RDC nº 360/2003, considerando-se os teores de carboidratos, proteínas e gorduras totais presentes em 100 gramas do alimento (17).

### 2.5 Análise estatística

Com exceção dos dados resultantes para cinzas, fibras, carboidratos e valor calórico, os demais foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas e submetidas ao teste de Tukey, nível de significância de 5%, para identificação de diferença estatística entre as amostras, por meio do *software* SISVAR versão 5.6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 são apresentadas imagens das massas dos *brownies* antes da etapa de forneamento.

**Figura 2 -** Massas (A0, A1, A2) dos *brownies* preparados.

**Fonte:** Autores, 2025.

De início, como determinado, as três formulações foram forneadas ao mesmo tempo. Porém, devido à disposição da chama do forno, para as formulações A0 e A2 foi necessário mais tempo que os 50 minutos pré-determinados para chegar ao ponto de *brownie* desejado. As Figuras 3, 4 e 5 apresentam visualmente os *brownies* obtidos a partir das formulações elaboradas.

**Figura 3 -** Formulação controle (A0).

**Fonte:** Autores, 2025.

**Figura 4 -** Formulação com 30% de substituição (A1).

**Fonte:** Autores, 2025.

**Figura 5 -** Formulação com 60% de substituição (A2).

**Fonte:** Autores, 2025.

Acerca das características pós-cocção, os *brownies* produzidos com a farinha do bagaço de malte em maior quantidade, substituição de 60%, apresentaram odor moderadamente característicos do bagaço de malte seco, melhor e maior formação da crosta superficial e massa mais densa. Além de apresentarem também farelo residual da farinha do bagaço de malte e coloração mais clara. Observou-se também que antes, e após o forneamento, a massa da formulação A0 apresentou menor consistência, resultando em um produto mais escuro e úmido. Dentre as três formulações, A1 resultou em um produto mais macio e com aspecto visual mais próximo ao *brownie* tradicional.

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises físico-química dos *brownies* produzidos. Os dados obtidos por meio das análises realizadas são capazes de demonstrar o caráter intrínseco do produto desenvolvido, permitindo conhecê-lo melhor e são parâmetros importantes para a conservação e controle de qualidade (18).

**Tabela 2 -** Resultado das análises físico-químicas dos *brownies* produzidos a partir das formulações controle e com adição do bagaço de malte.

| Parâmetros | A0 (controle) | A1 (30%) | A2 (60%) |
|---|---|---|---|
| Atividade de água | 0,72 ± 0,00$^{a}$ | 0,66 ± 0,00$^{b}$ | 0,60 ± 0,00$^{c}$ |
| pH | 7,15 ± 0,04$^{a}$ | 6,84 ± 0,04$^{b}$ | 6,75 ± 0,0$^{c}$ |
| Acidez total titulável (%) | 0,20 ± 0,00$^{a}$ | 0,25 ± 0,05$^{ab}$ | 0,28 ± 0,02$^{b}$ |
| Umidade (%) | 13,32 ± 0,30$^{a}$ | 11,02 ± 0,04$^{b}$ | 9,55 ± 0,14$^{c}$ |
| Lipídios (%) | 8,24 ± 0,02$^{a}$ | 8,14 ± 0,32$^{a}$ | 11,06 ± 0,11$^{b}$ |
| Proteínas (%) | 0,87 ± 0,00$^{a}$ | 1,75 ± 0,01$^{b}$ | 2,61 ± 0,01$^{c}$ |
| Cinzas (%) | 1,07 | 1,20 | 1,34 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Fibras alimentares (%) | 0,51 | 2,59 | 4,70 |
| Carboidratos (%) | 76,00 | 75,30 | 70,74 |
| Valor calórico (kcal) | 381,64 | 381,46 | 392,94 |

**Nota:** Letras iguais, na mesma linha, representam que não houve diferença significativa (p>0,05) pelo teste de Tukey (ANOVA).

**Fonte:** Autores, 2025.

O valor de atividade de água variou entre 0,60 e 0,72, sendo a formulação A0 a apresentar o maior índice observado. Todos os valores encontrados mostram-se igual e acima de 0,60, indicando que são produtos de atividade de água intermediária que possuem água livre suficiente para possíveis reações microbiológicas caso não sejam tomados os devidos cuidados para sua conservação (19). Nota-se também que a presença da farinha do bagaço de malte, aumentando gradualmente, faz com que a atividade de água do produto diminua.

Com a análise de pH foi visto uma diminuição do valor apresentado por cada formulação à medida que aumentou-se o percentual de substituição de farinha do bagaço de malte. Todas as amostras diferiram os resultados entre si, mesmo assim, as formulações forneceram *brownies* com valores de pH próximos à neutralidade, variando de 6,75 a 7,15, sendo habitual de produtos forneados (20). Feitosa e colaboradores (21) comentam em seu estudo que ácidos orgânicos e microrganismos, provenientes dos ingredientes utilizados durante o preparo dos alimentos, podem intervir nos valores de acidez e pH e o comportamento da farinha do bagaço de malte utilizada também.

A acidez também estará interligada a características organolépticas e fatores, como estabilidade e qualidade, voltados à conservação do alimento (22). A acidez total titulável e o pH são parâmetros inversamente proporcionais, isto é observado tomando como exemplo a formulação A2, qual apresenta maior percentual de acidez entre todas os *brownies* elaborados, de 0,28%, e, consequentemente, menor pH devido a essa correlação. Logo, foi observado que quanto maior a substituição maior é o teor de acidez e menor se tornava o pH. Analisando estatisticamente, este parâmetro diferencia-se apenas entre a formulação A0 e A2.

Os teores de umidade para os *brownies* variaram de 9,55 a 13,32%, sendo o menor valor encontrado para a formulação A2. Esse parâmetro e a atividade de água irão influenciar na textura e aparência do produto, pois quanto mais alto valor de umidade apresentado maior será o grau de cremosidade do *brownie* (23). Além disso, a umidade presente em um alimento causa alto impacto em sua conservação devido à deterioração que a mesma pode vir a causar (24).

O teor de lipídios foi maior para a formulação A2, sendo este de 11,06%. O resultado era esperado, devido a quantidade de farinha do bagaço de malte presente nessa formulação e tipos das cervejas que o bagaço em questão é proveniente. Pois trata-se de uma farinha produzida a partir de um resíduo agroindustrial no qual seu teor de lipídios é maior que o apresentado pela farinha de trigo (5; 16; 25; 26). Do ponto de vista sensorial, esse parâmetro irá influenciar na textura do alimento, pois quanto mais alta quantidade de gordura apresentada maior a maciez do produto. Além disso, influenciam no sabor e sensação de saciedade após a alimentação. As formulações A0 e A1 não diferiram entre si estatisticamente. Os teores de lipídios obtidos neste estudo foram consideravelmente menores quando comparados ao valor encontrado por Luz e colaboradores (27), de 17,8%, que desenvolveram em seu estudo *brownie* com casa de berinjela a 180°C/15min.

A farinha do bagaço de malte também influenciou no teor de proteínas, visto que as formulações contendo-a apresentaram maior teor em comparação com a formulação controle, com destaque para A2. Os resultados para proteínas diferenciam-se estatisticamente, baixos teores de proteínas podem derivar das condições do processamento, natureza dos ingredientes presentes e, ainda, do balanceamento dos componentes presentes em cada fração de ingrediente que compõem a formulação. Uma vez que, dos ingredientes utilizados para a elaboração dos *brownies*, apenas o achocolatado, farinha de trigo, farinha do bagaço de malte e ovo apresentam proteínas em sua composição.

As cinzas são compostas pelo material inorgânico presente no alimento, ou seja, minerais nutricionais essenciais ou irrelevantes para consumo (28). Devido a presença da farinha de bagaço do malte, as formulações A1 e A2 apresentam, próximos, porém, maiores teores em relação à formulação controle A0. Comportamento esperado, visto que de acordo com a literatura, a farinha do bagaço malte apresenta teor de cinzas maior em comparação com a farinha de trigo (16; 24; 29; 30).

O conteúdo de fibras presentes retém a umidade, porém, de acordo com Medeiros e colaboradores (31), esse nutriente também desempenha papel importante na firmeza e textura do alimento. Além disso, as fibras são um componente funcional que contribui para a saúde, como auxiliadora na sensação de saciedade, flora intestinal, prevenção contra doenças cardiovasculares e aumento do bolo fecal (32). A formulação que apresentou maior teor de fibras alimentares foi a A2, com 4,70% em 100 gramas. Essa formulação, de acordo com a RDC nº 54/2012, que trata de informações nutricionais complementares dos alimentos, pode ser considerada uma fonte de fibras

alimentares, devido seu percentual estar acima de 3,0% (33). Estando relacionado ao percentual de substituição da farinha e a alta quantidade de fibras alimentares encontradas no bagaço de malte (5). Vale ressaltar que os resultados obtidos para este componente são uma estimativa, havendo a possibilidade dos mesmos serem inferiores ou superiores para o caso da realização de análises laboratoriais de fibras alimentares nos produtos elaborados para o estudo.

A respeito do teor de carboidratos, a formulação A0 (controle) apresentou o maior percentual, sendo este de 76,00%. O comportamento do teor de carboidratos, observado para as formulações elaboradas neste estudo, é bastante influenciado pelo percentual de substituição da farinha do bagaço de malte. Essa redução é positiva no quesito saúde, visto que ocorrerá uma liberação mais lenta da glicose na corrente sanguínea (34).

Devido às metodologias empregadas neste estudo, para o teor de carboidratos presente e os valores energéticos, os teores de proteínas e lipídios influenciaram grandemente em sua determinação. Os valores calóricos observados para A0 e A1 encontram-se próximos e a formulação A2 apresentou o maior valor encontrado, de 392,94 kcal. Aires (35) em seu trabalho, elaborando produtos panificáveis com acréscimo de farinha da casca do maracujá, obteve valor calórico de 438 kcal para os *brownies* com adição de 10% do resíduo, fabricados a 180°C/40min, valor qual atinge 8% do percentual de valor diário recomendado, e que está acima do encontrado para A2.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, foi demonstrada a viabilidade da produção de *brownies* com adição de farinha do bagaço de malte, como uma alternativa nutritiva e sustentável para o aproveitamento desse resíduo agroindustrial. A substituição parcial da farinha de trigo resultou em melhorias no perfil nutricional do produto, com destaque para os teores de fibras e proteínas na formulação A2, sem comprometer a estabilidade físico-química do alimento.

Apesar dos avanços, observou-se que os teores de fibras e proteínas poderiam ser potencialmente mais elevados caso a farinha do bagaço de malte fosse adicionada à formulação em vez de substituir outro ingrediente ou ainda com a escolha de ingredientes com maior valor nutricional complementar. Em contrapartida, a atividade de água e a umidade foram reduzidas nas formulações com maior percentual de farinha do bagaço, o que pode contribuir positivamente para a conservação do produto.

Como perspectiva para estudos futuros, recomenda-se a realização de análises sensoriais com consumidores, etapa essencial para avaliar a aceitação dos *brownies* e identificar os atributos sensoriais mais valorizados. A pesquisa reforça o potencial do bagaço de malte como ingrediente funcional em produtos de panificação, promovendo inovação tecnológica, agregação de valor e práticas mais sustentáveis no setor alimentício.

**AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho contou com apoio da infraestrutura, instalações e equipamentos da Seção de Laboratórios de Ciência e Tecnologia de Alimentos (SLCTAL) e da Seção de Apoio à Pesquisa (SLAP) da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE). Os autores gostariam de expressar gratidão também ao suporte técnico fornecidos pela UFAPE.

**REFERÊNCIAS**

1. BRASIL, Ministério da Agricultura e Pecuária. **Anuário da Cerveja 2022**. Biblioteca Nacional de Agricultura: MAPA/SDA. Brasília, DF, 2023.
2. WUST, Dhyellen Mayara. **Elaboração e caracterização de biscoito tipo cookie com bagaço de malte proveniente da produção de cerveja artesanal**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.
3. MASSARDI, M. M.; MASSINI, R. M. M.; SILVA, D. de J. Caracterização química do bagaço de malte e avaliação do seu potencial para obtenção de produtos de valor agregado. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 6, n. 1, p. 83-91, 2020.
4. DOMINGUES, I. de C.; KAMEYAMA, O. Viabilidade tecnológica, nutricional e sensorial do aproveitamento do bagaço de malte na panificação: Uma revisão. **14º Jornada Científica e Tecnológica e 11 º Simpósio de Pós-Graduação do Ifsuldeminas**, v. 14, n. 1, 2022.
5. ALMEIDA, Aline da Rosa. **Compostos bioativos e elaboração do bagaço de malte: fenólicos, capacidade antioxidante in vitro e atividade antibacteriana**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
6. LUDKA, Flávia Rafaela. **Filmes biodegradáveis contendo extrato de bagaço de malte: desenvolvimento e potencial antioxidante**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2022.
7. FIREMAN, Victor Cordeiro. **Proposta de reutilização do resíduo farinha de malte para produção alimentícia em panificadoras**. 2022. Dissertação

(Mestrado Profissional de Tecnologias Ambientais) - Instituto Federal de Alagoas, Marechal Deodoro, 2022.

8. FRIEDRICZEWSKI, A. B.; NASCIMENTO, K. C.; SILVEIRA, M. L. R.; ROSA, V. P. da; DANIEL, A. P.; MACHADO, V. N.; CIROLINI, A. Aproveitamento de resíduo do malte cervejeiro na elaboração de barra de cereal. **VII Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos**, 2019.

9. GLÜGER, H. D.; GURAK, P. D. Desenvolvimento de biscoitos salgados com uso de subprodutos da indústria de cerveja. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 27, p. 1-12, 2020.

10. HERRMANN, G.; SOUZA, C. F. V. de. Aproveitamento do bagaço de malte de cevada na produção de linguiça frescal. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, 2021.

11. NASCIMENTO, Clodoaldo Silva do. **Prospecção de produtos inovadores com a utilização do bagaço de malte na fabricação de gelatos**. 2020. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) - Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

12. BRASIL, Ministério da Saúde. **Resolução de Diretoria Colegiada nº 359/2003, de 23 de dezembro de 2003**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 23 dez. 2003a.

13. TIRELLO, A. V.; BASTOS, L. P. H.; NASCIMENTO, K. O. . Desenvolvimento de brownie funcional em glúten a partir de blend de farinha de arroz negro com arroz integral: percepção sensorial dos acadêmicos do curso de nutrição. **Revista Interfaces**, v. 12, n. 1, p. 3435-3444, 2024.

14. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Manual de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1**: Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1000 p.

15. DETMANN, E.; M. A.; SOUZA, M. A. de; VALADARES FILHO, S de C.; QUEIROZ, C. de; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. de O. S.; CABRAL, L. da S.; PINA, D dos S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para análise de alimentos**. Instituto nacional de ciência e tecnologia de ciência animal. 1 ed. 2012. 214 p.

16. **TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA)**. Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.2. São Paulo, 2023. Disponível em: http://www.fcf.usp.br/tbca.

17. BRASIL, Ministério da Saúde. **Resolução de Diretoria Colegiada nº 360/2003, de 23 de dezembro de 2003**. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 23 dez. 2003b.

18. FRANCO, B. D.G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**, 1. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.182p.

19. EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**, 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 682 p.

20. FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos**: princípios e prática, 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019. xxi, 992p.

21. FEITOSA, L. R. G.; MACIEL, J. F.; BARRETO, T. A.; MOREIRA, R.T. Avaliação de qualidade do pão tipo francês por métodos instrumentais e sensoriais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 693-704, 2013.

22. RECH, Kamila Paula Machado; ZORZAN, Vanessa. **Aproveitamento de resíduos da indústria cervejeira na elaboração de *cupcake***. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) - Departamento Acadêmico de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.

23. DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**, 5. ed., rev. Curitiba: PUCPRESS, 2019. 540 p.

24. CASELLA, G. S.; VILELA, T. S. L; SANTOS M. D. M.; SOUZA, E. E.; MEDEIROS, I. M.; TARABAL, P. R.; SANTOS, L. V. S; PEDROSO, F. P. Reaproveitamento do bagaço de malte na indústria alimentícia. **Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais**. 20 p., 2018.

25. COSTA, Giovana Moreira da. **Elaboração e caracterização físico-química de farinha de bagaço de malte e utilização em produtos de panificação**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2019.

26. **TABELA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO)** - 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA - UNICAMP, 2011.

27. LUZ, L. A. P. da; MENEZES, M. B. de; SANTOS, E. F. dos; NOVELLO, D. Elaboração de produtos adicionados de casca de berinjela em oficinas de culinária: aceitabilidade sensorial e análise físico-química. **Revista Vivências**, v. 18, n. 37, p. 287-299, 2022.

28. CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**, 2 ed. rev. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

29. CARVALHO, L. F. M. C.; TREVIZAN, J. A. C.; BIDO, G. S.; FELIPE, D. F. Análise físico-química do bagaço do malte. **UniCesumar. X Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica e III Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação**, 2020.

30. FERREIRA, P. S.; MATTOS, E. J. B.; ALMERINDO, G. I.; ALVES, F. G.; DAL-BÓ, A. Obtenção e caracterização da farinha do bagaço de malte. **Congresso On-line Brasileiro de Tecnologia de Cereais e Panificação**, 2020.

31. MEDEIROS, M. B. O. de; PEREIRA RODRIGUES, A. R.; DE SOUZA GOMES, V. E.; DE LIMA ALBUQUERQUE, B. Influência da substituição da farinha de trigo por farinha de bagaço de malte sobre a reologia dos biscoitos tipo cookies e sua aceitação. **Cadernos UniFOA**, v. 18, n. 53, p. 1-9, 2023.

32. MATTOS, Camila. **Desenvolvimento de um pão fonte de fibras a partir do bagaço de malte**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

33. BRASIL, Ministério da Saúde. **Resolução de Diretoria Colegiada nº 54/2012, de 12 de novembro de 2012**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 12 nov. 2012.

34. OLIVEIRA, L. G.; ALMEIDA, J. C; JÚNIOR, C. A. M.; ANDREAZZI, A. E. Efeitos dos inibidores de alfa-amilase e alfa-glicosidase no tratamento da obesidade: uma revisão integrativa. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 6, p. 26125-26141, 2021.

35. AIRES, Emeline Trindade de Araújo Vasconcelos. **Desenvolvimento de formulações funcionais utilizando resíduo agroindustrial do maracujá amarelo como adjuvante no tratamento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs)**. 2023. Dissertação (Mestrado em Gestão e Sistemas Agroindustriais) - Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2023.

# FARINHA DE SEMENTE DO ABACATE (*Persea Americana* Mill): CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ELABORAÇÃO DE *COOKIES*

# AVOCADO SEED FLOUR (*Persea Americana* Mill): PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION AND COOKIE PREPARATION

**DOI: 10.65747/conali2025v2c09**

**Marcela Sarmento Valencia[1]; Andressa dos Santos Rodrigues[2]; Larissa Gabriella de Souza Santos[3]; Letícia dos Santos Lima[4]; Mirela Rodrigues da Silva Lira[5]; Viviane Lansky Xavier de Souza Leão[6]**

[1]Docente/pesquisador do Núcleo de Nutrição – CAV – UFPE; [2]Graduada do Curso de Nutrição – UNIBRA; [3]Graduada do Curso de Nutrição – UNIBRA; Estudante do Curso de Nutrição- CAV – UFPE; [5]Estudante do Curso de Nutrição - CAV – UFPE; [6]Docente/pesquisador do Departamento de Nutrição – CCS – UFPE.

Contato: marcela.sarmento@ufpe.br

**Resumo:** O Brasil é o oitavo produtor mundial de abacate por dispor de condições favoráveis ao seu cultivo. No país, apenas a polpa do fruto é aproveitada para fins alimentícios e extração de óleos para as indústrias farmacêutica e cosmética. Sabe-se que, nos alimentos, cascas e sementes de frutas são os principais resíduos gerados e que, em sua maioria, contêm nutrientes benéficos à saúde. Assim, este estudo objetivou elaborar a farinha da semente de abacate, avaliar sua composição nutricional e desenvolver biscoitos tipo cookies, enriquecidos com esta farinha. Para obter a farinha, as sementes foram trituradas e secas em estufa a 60 °C. Esta foi aplicada em formulações de biscoitos tipo *cookies,* em substituição parcial à farinha de trigo, sendo a formulação C (0% de farinha da semente de abacate) e formulação Y (55% de farinha de trigo e 45% da farinha da semente de abacate). A farinha foi submetida a análise da composição centesimal e apresentou rendimento de 10,1%, com 14,94% de umidade, 6,05% de proteínas, 73,34% de carboidratos, 3,03% de lipídios e 2,64% de cinzas. Nos *cookies*, a formulação Y apresentou aumento de 58,94% no teor de proteínas e 34,31% no de carboidratos em relação à C. Portanto, o aproveitamento da semente de abacate na elaboração de farinha e aplicação na formulação de *cookies* possibilita uma alternativa viável de alimentos enriquecidos e de baixo custo.

**Palavras–chave:** alimentos funcionais; indústria alimentícia; resíduos de alimentos

**Abstract:** Brazil is the world's eighth-largest avocado producer due to its favorable conditions for cultivation. In the country, only the fruit pulp is used for culinary purposes and oil extraction for the pharmaceutical and cosmetic industries. It is known that, in food, fruit peels and seeds are the main waste products, most of which contain nutrients beneficial to health. Therefore, this study aimed to produce avocado seed flour, evaluate its nutritional composition, and develop cookies enriched with this flour. To obtain the flour, the seeds were ground and oven-dried at 60°C. This formulation was applied to cookie-type biscuit formulations, partially replacing wheat flour, with formulation C (0% avocado seed flour) and formulation Y (55% wheat flour and 45% avocado seed flour). The flour was subjected to centesimal composition analysis and presented a yield of

10.1%, with 14.94% moisture, 6.05% protein, 73.34% carbohydrates, 3.03% lipids, and 2.64% ash. In cookies, formulation Y showed a 58.94% increase in protein content and a 34.31% increase in carbohydrate content compared to formulation C. Therefore, the use of avocado seed in the preparation of flour and application in cookie formulations provides a viable alternative for enriched and low-cost foods.

**Keywords:** functional foods; food industry; food residues

## INTRODUÇÃO

O abacate (*Persea Americana* Mill) é o fruto proveniente do abacateiro, sendo o Brasil o oitavo produtor mundial, com produção de 422.545 toneladas em 2023 (1). As formas mais comuns de consumo da polpa fresca do abacate são purê de abacate (guacamole), fatias embaladas, abacate desidratado e extração de óleo. Entretanto, apenas a polpa é aproveitada para fins alimentícios, cosméticos ou farmacêuticos. As sementes, que representam em média 13 a 17% do peso total do fruto, são desperdiçadas, gerando resíduos do processamento industrial e doméstico, o que causa grave poluição ambiental (1,45 milhões de toneladas/ano) (2). Portanto, é necessário desenvolver novas aplicações para uso desses resíduos, visando vantajoso economicamente e ambientalmente (3,4).

As sementes de abacate são excelentes fontes de polissacarídeos, proteínas, lipídeos, minerais, vitaminas, além de apresentarem uma elevada quantidade de compostos bioativos como fitoesteróis, ácidos graxos, triterpenos e glicosídeos de ácido abscísico, resultando em uma elevada atividade biológica (antioxidante, anti-hipertensiva, anti-inflamatório, anti-hiperglicêmico, anti-neurodegenerativo, antimicrobiano, fungicida e larvicida) (4,5).

Para reduzir as perdas de matéria-prima por meio do aproveitamento dos resíduos, a farinha é elaborada a partir da secagem das sementes, possibilitando a adição em diversos produtos alimentícios. A farinha da semente de abacate para consumo humano pode representar uma forma alternativa de aproveitamento e conservação das características nutritivas do fruto, podendo ser estocada por maior período com menor peso e de fácil manuseio. Além disso, é possível, com ajustes tecnológicos, que ela possa ser utilizada como matéria prima em bolos, pães e outros produtos, em substituição parcial à farinha de trigo (6).

Visto que, a quantidade de resíduos resultantes do processamento industrial deste fruto possui nutrientes benéficos à saúde, este trabalho teve como objetivo elaborar a farinha da semente do abacate, avaliar sua composição nutricional e desenvolver biscoitos tipo *cookies,* enriquecidos com esta farinha.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Elaboração da farinha da semente de abacate

A farinha foi elaborada em agosto de 2019, segundo metodologia descrita por Nascimento et. al (7) com algumas modificações. O fluxograma de elaboração encontra-se descrito na Figura 1. Os abacates (40 unidades), cultivados na cidade de Vitória de Santo Antão-PE e obtidos no comércio local da cidade de Recife-PE inicialmente foram lavados e cortados ao meio para a extração da semente. A polpa foi refrigerada para posterior utilização em outras atividades do laboratório e a casca foi desprezada. Logo

após, as sementes passaram por uma lavagem em água corrente, com o objetivo de remover impurezas e os tegumentos. Em sequência as sementes foram sanitizadas em solução clorada 200 ppm por 20 min e passaram por enxágue em água filtrada. Em seguida, as sementes foram partidas ao meio, distribuídas uniformemente em assadeiras de alumínio e postas para secar em estufa (60 °C/ 24h). Por fim, as sementes foram trituradas utilizando um liquidificador, obtendo-se um produto de aparência e consistência mais fina, como ilustrado nas Figuras 2, 3, 4, 5 e 6. A farinha foi armazenada em recipientes de vidros com tampas herméticas sob refrigeração (4 °C).

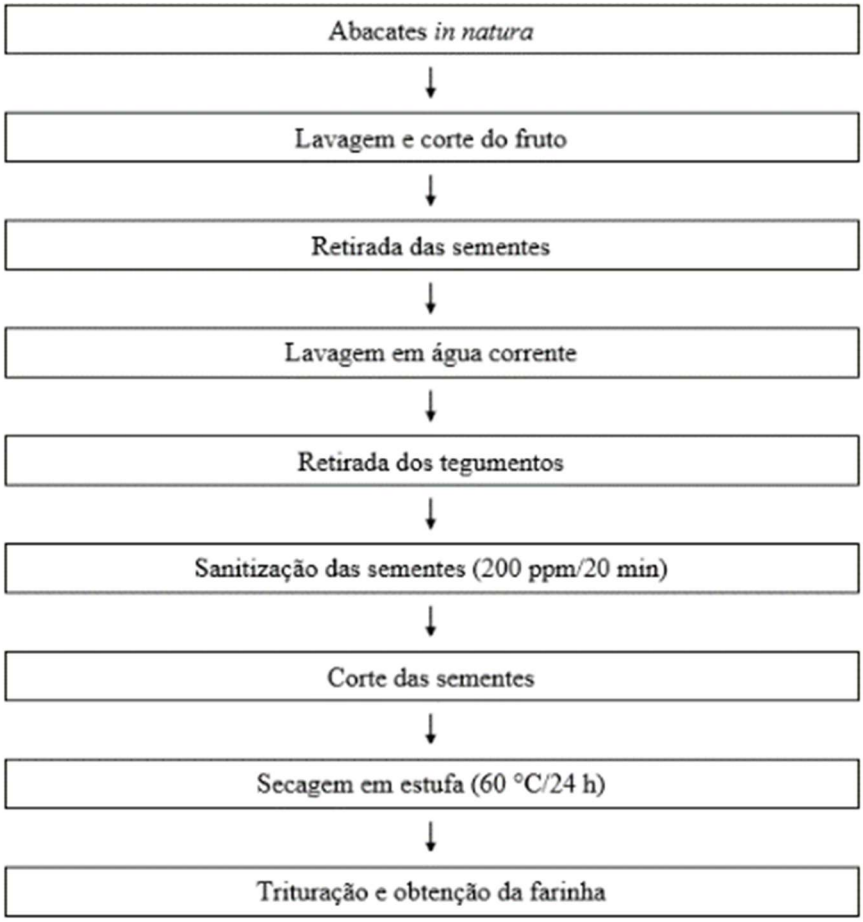



Figura 1 – Fluxograma de elaboração da farinha da semente de abacate

Fonte: Autores, 2025

Figura 2 – Abacates

Figura 3 – Sanitização

Fonte: Autores, 2025 Fonte: Autores, 2025

Figura 4 – Quebra ao meio e disposição nas bandejas

Fonte: Autores, 2025

Figura 5 – Após a secagem

Fonte: Autores, 2025

Figura 6 – Trituração e obtenção da farinha

Fonte: Autores, 2025

### 3.2 Cálculo para o rendimento na produção da farinha da semente de abacate

Para determinação do percentual de rendimento da farinha, após a finalização, foi aplicada a Equação 1.

$$R\% = \frac{massa\ da\ farinha\ (kg)}{massa\ inicial\ da\ semente\ (kg)} * 100 \qquad \text{Eq.(1)}$$

### 3.3 Análise da composição centesimal da farinha da semente de abacate

A composição centesimal da farinha de semente de abacate foi determinada em triplicata, de acordo com os métodos da *Association of Official Analytical Chemists* - AOAC de 2023 (8).

A determinação da umidade foi realizada por secagem em estufa a 105 °C por 24 horas, conforme método gravimétrico. Amostras de aproximadamente 3,0 g foram pesadas em balança analítica, submetidas à secagem (estufa TECNAL-393/I), resfriadas em dessecador por 30 minutos e, em seguida, novamente pesadas para cálculo da perda de massa (método 935.29).

O teor de cinzas foi determinado por calcinação de aproximadamente 3,0 g da amostra em mufla a 550 °C por cerca de 6 horas, até a obtenção de cinzas de coloração branco-acinzentada. Após o resfriamento em dessecador até temperatura ambiente, foi realizado o cálculo da porcentagem de cinzas com base na massa residual (método 930.22-32.3.08).

O teor de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl, a partir de 3,0 g da amostra, com quantificação do nitrogênio total e aplicação do fator de conversão 6,25. Os resultados foram expressos em g/100 g de amostra (método 991.20-33.2.11).

O teor de lipídios foi determinado por extração contínua em aparelho de Soxhlet, utilizando éter etílico como solvente. Foram utilizados aproximadamente 1 g de amostra, submetidos à extração por 4 horas (método 963.15-31.4.02).

O teor de carboidratos foi calculado por diferença, através da Equação (1).

$$CH\ (\%) = 100 - U - C - PTN - FB - LIP \qquad \text{Eq. (2)}$$

Onde CH (%) = percentual de carboidrato U = umidade, C = cinzas, PTN = proteína, FB = fibra alimentar total e LIP = lipídeo.

### 3.4 Produção dos *cookies* adicionados de farinha de semente de abacate

Foi utilizada como base, a receita convencional americana de biscoito tipo *cookie*, adaptada para utilização de ingredientes comumente encontrados em supermercados brasileiros, conforme descrito na Tabela 1. Foram produzidas duas formulações: a controle (C), que utiliza apenas farinha de trigo, e a teste (Y), substituindo parcialmente a farinha de trigo pela farinha da semente do abacate.

Inicialmente, todos os ingredientes foram pesados. Posteriormente, o açúcar mascavo foi misturado com a manteiga e o ovo, até obter uma massa homogênea. A farinha de trigo foi adicionada gradualmente até atingir uma consistência pastosa e em seguida foi acrescentada a farinha da semente de abacate (formulação teste Y) até atingir a consistência firme. Para a modelagem dos *cookies*, a massa foi enrolada manualmente e finalizada com gotas de chocolate sobre a superfície. Os biscoitos crus foram distribuídos em tabuleiros retangulares (8 unidades com distância de 2 cm entre si) e assados em forno, à temperatura aproximada de 200 °C, por 11 min. Após assados, os biscoitos foram deixados para esfriar em temperatura ambiente e sem ventilação, evitando formação excessiva de rachaduras na superfície e aspecto murchos e então, armazenados em recipientes de vidro.

Foi calculada a composição nutricional dos *cookies*, através da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (9).

Tabela 1 – Ingredientes utilizados na formulação do *cookie* adicionado ou não de farinha da semente de abacate

| | **Quantidade** |
|---|---|

| Ingredientes | Formulação C | Formulação Y |
|---|---|---|
| Farinha de trigo | 486g | 264g |
| Farinha de semente de abacate | 0 | 222g |
| Açúcar mascavo | 192g | 192g |
| Manteiga | 70g | 70g |
| Ovo | 50g | 50g |
| Fermento em pó | 14g | 14g |
| Gotas de chocolate | 5g | 5g |

Fonte: Autores, 2025

Legenda: Formulação C (controle): apenas farinha de trigo. Formulação Y (teste): farinha de trigo e farinha da semente de abacate.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Rendimento da farinha da semente de abacate

O rendimento total da produção de farinha de semente de abacate foi de 10,1%. Medeiros (10) teve um rendimento de 39,45% referente a farinha das sementes do melão e Silva (11) obteve um maior rendimento para as sementes de abóbora desidratadas (56,12%). Silveira et al. (12) também obtiveram um alto rendimento de farinha de semente de goiaba, que foi de 74,06%.

Essas diferenças podem ser justificadas por se tratarem de frutos diferentes, com composições estrutural e nutricional distintas, a exemplo do teor de água e sólidos, também diferentes. No entanto, o rendimento da farinha de semente de abacate ainda é expressivo, considerando que, para outras partes não convencionais de alimentos, o rendimento da farinha pode ser menor, como é o caso da entrecasca de melancia no estudo de Lima et al. (13), cuja farinha apresentou rendimento de 1,84%, por exemplo.

### 4.2 Composição centesimal da farinha da semente de abacate

Os valores da composição centesimal obtidos para a farinha da semente do abacate estão descritos na Tabela 2. O teor de umidade encontrado na farinha foi de 14,94% encontrando-se dentro do limite, uma vez que o valor máximo de umidade para farinhas é de 15,0%, de acordo com a RDC N° 263, de 22 de setembro de 2005, que aprova o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos (14).

Nascimento et al. (7) apresentaram valor de umidade de 10,91% para a farinha da semente de abacate produzida, resultado inferior ao comparado neste estudo. Gettens (15) obteve o resultado de 8,46% quanto a farinha da semente de pêssego. O trabalho de Bissacotti et al. (16), encontrou 1,12% de umidade na farinha da semente de abóbora. Valores dentro do limite estabelecido asseguram uma melhor conservação da qualidade das farinhas durante o período em que estão armazenadas.

É relevante o conhecer o teor de umidade da farinha, já que a absorção de água do meio pode promover modificações na elasticidade da massa produzida pela mesma e proporcionar maior tempo de conservação do produto, no momento de sua utilização, resultando em uma massa de consistência mais firme quando apresentar baixa umidade e mais mole quando a farinha estiver com valores altos de umidade, alterando a qualidade final (17).

Tabela 2 - Composição centesimal da farinha da semente de abacate

| Parâmetro | Valor (%) |
|---|---|
| Umidade | 14,94 ± 0,05 |
| Cinzas | 2,64 ± 0,02 |
| Proteínas | 6,05 ± 0,05 |
| Carboidratos | 73,34 ± 0,06 |
| Lipídeos | 3,03 ± 0,05 |

Fonte: Autores, 2025

O teor de cinzas (2,64%) foi próximo ao encontrado por Nascimento et al. (7) que relataram valor de 2,2%, ambos inferiores ao de Gettens (15), para farinha de semente de pêssego, que foi de 4,01%. A análise de cinzas é importante para representar a quantidade de minerais da farinha analisada.

Com relação ao teor de proteínas, o resultado encontrado por Nascimento et al. (7) foi de 4,57% na farinha da semente de abacate, valor inferior ao do presente estudo. Na farinha da semente de pêssego o valor da proteína encontrado por Gettens (15) foi de 26,10%, apresentando-se superior. A farinha da semente de abóbora por Bissacotti et al. (16) apresentou 6,47%, possuindo então valor aproximado. Tais divergências apresentadas se dão por diferenças no tempo de secagem da farinha, regiões de plantio e condições genéticas da semente, entre outras.

A quantidade de carboidrato encontrada por Nascimento et al. (7) foi de 63,8%, sendo inferior ao valor obtido neste estudo (73,34%). Bissacotti et al. (16) apresentou 24,66%, valor inferior ao da farinha da semente de abacate deste estudo. Os carboidratos presentes nas farinhas de substratos de produtos possuem um grande aporte de fibra, fundamental na alimentação por auxiliar na prevenção das doenças crônicas não transmissíveis, além de promover a saciedade e melhora no sistema intestinal (18).

Com relação ao teor de lipídeos, Melo et al. (19) também referente a farinha da semente de abacate, observaram teor de 1,94%, inferior ao encontrado neste estudo (3,03%). Gettens (15) e Bissacotti et al. (16) encontraram, respectivamente, 25% e 31,68% na farinha da semente de pêssego e de abóbora. Nota-se que o teor de lipídios presente na semente do abacate é inferior aos de outras sementes.

A farinha obtida contém teores de carboidratos, proteínas e lipídios como substâncias de interesse nutricional. A semente pode ser aproveitada para finalidades diversas, relacionadas à indústria de alimentos, como o aproveitamento das fibras, já que as mesmas se encontram em grande quantidade. Sua transformação em farinha permite ampliar formas de consumo desta semente e a sua utilização em produtos alimentícios.

### 4.3 Composição nutricional dos *cookies*

Foram observados que os *cookies* da formulação teste (Y), que utiliza a farinha da semente do abacate, apresentaram quantidades de proteínas e carboidratos superiores aos da formulação controle (C) (Tabela 3). Ambos os *cookies* (C e Y) apresentaram valores semelhantes de lipídeos. Esses resultados são excelentes, já que a adição da farinha da semente de abacate aumentou em 58,94% o teor de proteínas e em 34,31% o teor de carboidratos.

O aumento dos teores nutricionais observado com a adição da farinha da semente de abacate demonstra seu potencial como um ingrediente inovador, com propriedades que contribuem para formulações de produtos de panificação enriquecidos nutricionalmente, especialmente no que se refere ao conteúdo proteico. Sendo assim, esses resultados reforçam a importância do aproveitamento de resíduos do beneficiamento de alimentos como alternativa sustentável e economicamente viável para o desenvolvimento tecnológico de novos produtos alimentícios.

Resultados semelhantes foram encontrados por Nascimento (20), que desenvolveu *cookies* preparados com 10% de farinha de caroço de abacate e verificou a elevação nos teores de proteínas e carboidratos, além da análise da boa aceitação sensorial. Essas informações reforçam os dados obtidos no presente estudo, considerando que a farinha da semente utilizada apresentou composição nutricional rica em carboidratos (73,34%) e proteínas, superior a 4,57% relatados por Nascimento et al. (7). Dessa forma, tal composição explica o aumento de 58,94% no teor de proteínas e de 34,31% no teor de carboidratos verificados nos *cookies* da formulação teste, quando comparados à formulação controle com farinha de trigo. Ainda que o teor de lipídeos presente na semente do abacate, seja inferior aos de outras sementes, esse fator não comprometeu a qualidade lipídica dos produtos, uma vez que ambas as formulações apresentaram valores semelhantes nesse parâmetro.

É importante destacar que variações nos teores de macronutrientes observados entre diferentes estudos podem ser atribuídas a fatores como o grau de maturação do fruto, o porte do abacate e a variedade cultivada. Essas características interferem diretamente na composição química da semente e, consequentemente, nas propriedades nutricionais da farinha obtida (7, 21, 22).

Tabela 3 - Composição química de biscoitos tipo *cookies* adicionados da farinha da semente do abacate

| Parâmetro | Formulação C (g/100g) | Formulação Y (g/100g) |
|---|---|---|
| Proteínas | 4,53 | 7,20 |
| Carboidratos | 94,80 | 127,33 |
| Lipídeos | 74,43 | 77,10 |

Fonte: Autores, 2025

Legenda: Formulação C (controle): apenas farinha de trigo. Formulação Y (teste): farinha de trigo e farinha da semente de abacate

### 4.3 Coloração dos *cookies*

Conforme ilustrado nas Figuras 7 e 8, os *cookies* da formulação Y, elaborados com 45% de farinha da semente de abacate, apresentaram coloração visivelmente mais escura em comparação à formulação controle (C), que utiliza apenas farinha de trigo. Essa alteração na tonalidade pode ser atribuída à presença expressiva de compostos fenólicos na semente do abacate, os quais são conhecidos por participar de reações de escurecimento não enzimático, como a reação de Maillard, além da própria caramelização dos açúcares durante o forneamento. Essa característica pode ser intensificada pela elevada concentração de carboidratos nas formulações, que favorecem ambas as reações térmicas responsáveis pelo escurecimento do produto (23).

Além disso, estudos com outros produtos à base de farinha de semente de abacate, também relataram escurecimento significativo em decorrência da substituição da farinha de trigo, atribuindo o fenômeno tanto à presença de compostos fenólicos quanto à possível atuação de reações enzimáticas (24).

Considerando que a cor é um dos principais atributos sensoriais percebidos pelo consumidor e pode influenciar diretamente sua expectativa quanto ao sabor e qualidade do alimento, recomenda-se a realização de testes sensoriais para avaliar se essa alteração visual impacta positiva ou negativamente a aceitabilidade do produto final.

Figura 7 – Formulação controle (C) dos biscoitos tipo *cookies* finalizada

Fonte: Autores, 2025

Figura 8 – Formulação Y dos biscoitos tipo *cookies* finalizada

Fonte: Autores, 2025

Legenda: Formulação C (controle): 100% de farinha de trigo. Formulação Y: 90% farinha de trigo e 10% farinha de semente do abacate.

## CONCLUSÕES

A farinha da semente de abacate foi desenvolvida com sucesso, apresentando baixo teor de umidade, uma quantidade significativa de carboidratos, baixo teor de lipídeos e quantidades de proteínas superiores às encontradas em outras sementes, com isto o produto torna-se favorável do ponto de vista nutricional para ser adicionada com sucesso em produtos de panificação. A sua adição em produtos que utilizam a farinha de trigo, como *cookies*, possibilita sua diversificação e enriquecimento nutricional, já que os *cookies* desenvolvidos apresentaram quantidades superiores de carboidratos e proteínas, se comparados aos *cookies* controle. Além desses achados, deve-se observar os benefícios socioambientais, já que o processo permite a redução do descarte de resíduos das indústrias de caráter alimentício, o que contribui para a preservação e proteção do meio ambiente. Além disso, a diversificação de novos produtos alimentícios oferece à indústria de panificação uma alternativa para desenvolver produtos inovadores e oferecer para os consumidores, produtos com melhor qualidade nutricional.

## REFERÊNCIAS


1. IBGE. **Produção agropecuária: abacate (online).** Rio de Janeiro: IBGE, (2023). Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/abacate/br. Acesso em: 18 jul. 2025.
2. SÁNCHEZ-QUEZADA, V. et al. Avocado seed by-product uses in emulsion-type ingredients with nutraceutical value: Stability, cytotoxicity, nutraceutical properties, and assessment of in vitro oral-gastric digestion. **Food Chemistry**, v. 421, p. 136118, 2023.
3. ALMEIDA, C. A. et al. Perfil nutricional e benefícios do azeite de abacate (*Persea americana*): uma revisão integrativa. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. 1-8, 2018;
4. BANGAR, S. P. et al. Avocado seed discoveries: Chemical composition, biological properties, and industrial food applications. **Food Chemistry: X**, v. 16, 2022.
5. ROZAN, M. et al. Fermented Hass avocado kernel: Nutritional properties and use in the manufacture of biscuits. **Saudi Journal of Biological Sciences,** v. 29, n. 6, 2022.
6. SOUZA, D. S. et al. Elaboração de farinha instantânea a partir da polpa de fruta-pão (*Artocarpus altilis*). **Ciência rural**, v. 42, n. 5, 2016.
7. NASCIMENTO, M. et al. Composição centesimal e minerais de farinha do caroço de abacate (*Persea gratissima*, Gaertner f.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2016, Gramado. **Anais do 29º Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Gramado: SBCTA Regional, 2016. p. 1-5.
8. AOAC International. ***Official methods of analysis*.** 22nd ed. Rockville (MD): AOAC International; 2023.
9. NEPA UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos.** Campinas: NEPA UNICAMP, 2011. p. 31-61.
10. MEDEIROS, I. C. C. **Elaboração e caracterização de cookie produzido com farinha de semente de melão (*Cucumis melo L.*)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017;
11. SILVA, J. S. **Barras de cereais elaboradas com farinha de sementes de abóbora.** 2012, 118 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

12. SILVEIRA, M. L. R. et al. **Aproveitamento tecnológico das sementes de goiaba (*Psidium guajava* L.) como farinha na elaboração de biscoitos.** Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 34, n. 1, p. 1-20, 2016.
13. LIMA, J. P. et al. Farinha de entrecasca de melancia em biscoitos sem glúten. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 9, p. 1688-1694, 2015.
14. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 263, de 22/09/2005**: Aprova o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União n. 184, seção DOU 1, p. 368-369, set. 2005.
15. GETTENS, C. S. **Propriedades funcionais, nutricionais e atividade antimicrobiana de subprodutos agroindustriais de pêssego e sua aplicação em cookies.** 2016. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.
16. BISSACOTTI, A. P.; LONDERO, P. M. G. Sementes de abóbora: prospecção para o consumo humano e utilização tecnológica. **Disciplinarum Scientia. Saúde**, v. 17, n. 1, p. 111-124, 2016.
17. BALHMANN, C. L.; LANZARINI, D. P. **Estudo reológico e físico-químico das farinhas de trigo destinadas à panificação produzidas em moinhos da região de Francisco Beltrão**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. p. 14-15.
18. BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. da C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos brasileiros de endocrinologia & metabologia**. v. 57, N. 6, p. 397-405, 2013;
19. MELO, M. L. N. et al. Caracterização físico-química do caroço de abacate *(Persea Americana,* Mill). In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2012, Centro de Ciências e Tecnologia (CCT/UEPB), Campina Grande. **Anais do Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia UEPB.** Campina Grande: UEPB, 2012. p. 1-8;
20. NASCIMENTO, M. R. F. et al. **Caracterização e aproveitamento das farinhas dos caroços de abacate (*Persea gratíssima* Gaertner f.), jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) e seriguela (*Spondias purpúrea* L.) para elaboração de biscoitos tipo cookies.** 2014. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
21. ALMEIDA, I. S. **Avaliação bromatológica da farinha de sementes de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) como possível substituinte da aveia para elaboração de barras de cereais.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Faculdade Maria Milza, Governador Mangabeira, 2016.
22. DE BRITO GUIMARÃES, P. et al. Determinação da composição centesimal de farinha obtida a partir da casca de abacaxi. **Sinapse Múltipla**, v. 6, n. 2, p. 341-344, 2017.
23. SILVA, I. G. et al. Elaboração e análise sensorial de biscoito tipo cookie feito a partir da farinha do caroço de abacate. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, n. e2018209, 2019.
24. KOESWANTO, A.; KUSUMA, K. Formulação e avaliação de um novo cereal funcional contendo farinha de semente de abacate. **Revista Brasileira de Desenvolvimento** , v. 9, n. 11, p. 30308-30321, 2023.

# FERMENTAÇÃO DE MOSTO CERVEJEIRO UTILIZANDO UMBU-CAJÁ (*SPONDIAS* SPP) COMO ADJUNTO DE MALTE

# FERMENTATION OF BEER WORT USING UMBU-CAJÁ (*SPONDIAS* SPP) AS A MALT ADJUNCT

**DOI: 10.65747/conali2025v2c10**

**Danielle de Novaes Tosta[1]; Marília Lordêlo Cardoso Silva[2]; Hélia Lucila Malta[2]; Giovani Brandão Mafra de Carvalho[2]; Abraão Brito Peixoto[2]; Cassiane da Silva Oliveira Nunes[3]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – UEFS; E-mail: dannytosta23@gmail.com

[2]Docente do Depto de Tecnologia – UEFS

[3]Docente do Instituto Federal Baiano campus Catu – IF Baiano

**Resumo:** Este estudo investigou a viabilidade do umbu-cajá (Spondias spp) como adjunto de malte na fermentação de mosto cervejeiro, buscando inovação e redução de custos na produção de cerveja. O objetivo principal foi avaliar os parâmetros de fermentação utilizando diferentes concentrações de polpa de umbu-cajá. A metodologia envolveu um delineamento inteiramente casualizado, com obtenção e caracterização físico-química da polpa de umbu-cajá, produção de mosto cervejeiro e fermentação em bancada com levedura Saccharomyces cerevisiae 308. Foram testadas concentrações de polpa de 0%, 10%, 30% e 49%. Os resultados indicaram que a adição de polpa de umbu-cajá afetou a produção e produtividade de etanol, mas não a viabilidade celular da levedura. Embora concentrações mais altas de polpa (30% e 49%) tenham reduzido o teor final de álcool, elas aumentaram a produtividade. Não houve diferença significativa entre o teor final de álcool do ensaio sem polpa e o ensaio com 10% de polpa, enquanto as maiores concentrações de polpa mostraram maior produtividade. Concluiu-se que a polpa de umbu-cajá pode acelerar a reação fermentativa, mas em altas concentrações pode inibir o rendimento final devido a estresse osmótico ou toxicidade para as leveduras. Estudos futuros são sugeridos para investigar a influência de outros fatores como pH, acidez, temperatura e composição da polpa, além de análises sensoriais para otimizar a concentração de polpa para um produto comercial.

**Palavras–chave:** fermentação; mosto; umbu-cajá

**Abstract:** This study investigated the feasibility of umbu-cajá (Spondias spp) as an adjunct in brewing wort fermentation, aiming for innovation and cost reduction in beer production. The primary objective was to evaluate fermentation parameters using different concentrations of umbu-cajá pulp. The methodology involved a completely randomized design, including the acquisition and physicochemical characterization of

umbu-cajá pulp, brewing wort production, and bench-scale fermentation with Saccharomyces cerevisiae 308 yeast. Pulp concentrations of 0%, 10%, 30%, and 49% were tested. The results indicated that the addition of umbu-cajá pulp affected ethanol production and productivity but not yeast cell viability. Although higher pulp concentrations (30% and 49%) reduced the final alcohol content, they increased productivity. There was no significant difference between the final alcohol content of the trial without pulp and the trial with 10% pulp, while higher pulp concentrations showed greater productivity. It was concluded that umbu-cajá pulp can accelerate the fermentative reaction, but at high concentrations, it may inhibit the final yield due to osmotic stress or toxicity to the yeasts. Future studies are suggested to investigate the influence of other factors such as pH, acidity, temperature, and pulp composition, as well as sensory analyses to optimize pulp concentration for a commercial product.

**Keywords:** fermentation, wort, umbu-cajá

## INTRODUÇÃO

Segundo o decreto 9.902, de 8 de julho de 2019, “cerveja é a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro. ” (1)

De um modo geral, a produção de cerveja utiliza quatro ingredientes clássicos: malte de cevada, água, lúpulo e levedura, envolvendo cinco etapas: maltagem, mosturação, fermentação, maturação e envase (2). O mosto é uma matriz complexa composta principalmente por carboidratos, sendo a maltose o açúcar mais abundante, seguido por maltotriose, monossacarídeos e sacarose. Esses açúcares são metabolizados pela levedura cervejeira que requer uma fonte orgânica de carbono (3). Durante a fermentação, os açúcares são convertidos em etanol, dióxido de carbono e outros produtos, como álcoois superiores e ésteres. Estima-se que 80% dos açúcares sejam utilizados durante o período inicial da fermentação e o teor alcóolico será maior quanto maior for a quantidade inicial destes. No início do processo fermentativo, a levedura se adapta às novas condições, o que leva de algumas a várias horas. Isto é seguido pela chamada fermentação principal, durante a qual a produção do álcool é maior (4). Uma consideração relevante no mercado atual de cervejas é o uso de adjuntos com alta concentração de açúcares fermentáveis, que contribuem para uma maior produção de etanol.

As cervejarias estão sob pressão do consumidor para desenvolver produtos inovadores, além da pressão para reduzir os custos com a produção. Para atender a esses objetivos, elas vêm utilizando adjuntos de malte mais baratos que causam alterações na qualidade sensorial da cerveja. A utilização de adjuntos pode aproveitar as vantagens de matérias-primas de diferentes regiões do mundo (5). A presença de compostos bioativos, como polifenóis e antioxidantes, faz das frutas adjuntos interessantes para aprimorar as características nutricionais e funcionais da cerveja. Além disso, podem ser utilizadas para alterar seu perfil sensorial, conferindo-lhe características únicas. Ao longo do processo de fabricação, estas podem ser incluídas na fermentação primária, na fermentação secundária, na fervura do mosto ou na maturação, em concentração que varia de 0,2% a 49%, dependendo das características da fruta e do produto desenvolvido (6). Frutas como banana (7), maracujá do mato (8)

e cacau (9) foram empregadas na fabricação de cerveja, levando principalmente à redução dos custos de produção pelo aumento do rendimento do volume e da produtividade, usando frutas tropicais abundantes no Brasil.

Nesse contexto, o umbu cajá surge como uma fruta tropical exótica com propriedades que podem ser atrativas e exploradas. Pertencente à família Anacardiaceae o umbu-cajá (Spondia spp) se origina do cruzamento de umbu e cajá e tem recebido atenção devido ao conteúdo de compostos bioativos, especialmente polifenóis (10), (1). A industrialização de umbu-cajá ainda é bastante limitada, sendo seu principal produto a polpa congelada. No entanto, há interesse em outros produtos como geleias e bebidas alcoólicas fermentadas (10). Seguindo a tendência de pesquisas envolvendo substituição de malte por polpa de fruta, este trabalho propôs o estudo do umbu-cajá como adjunto cervejeiro, onde foram avaliados os parâmetros de fermentação para diferentes concentrações de polpa utilizada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Delineamento Experimental

O experimento de fermentação consistiu de um delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde as unidades experimentais foram alocadas aleatoriamente aos tratamentos.

### Obtenção e armazenamento da polpa de umbu-cajá

Os frutos foram obtidos do distrito de Jaíba no município de Feira de Santana, Bahia, colhidos no estádio de maturação maduro. Os frutos selecionados foram lavados com água tratada corrente para a retirada de impurezas. Em seguida, foram sanificados por 30 minutos, com água a 100 ppm de cloro livre, e enxaguados com água corrente potável para a remoção do excesso de cloro. Posteriormente, os frutos foram despolpados, em despolpadeira de bancada, e armazenados a -18 °C em embalagens flexíveis de polietileno de baixa densidade até a realização dos ensaios.

### Produção do mosto

O mosto foi produzido de acordo com as técnicas convencionais de fabricação de cerveja no Laboratório de Fermentação da Universidade Estadual de Feira de Santana–UEFS, Bahia/Brasil. O malte (*Chateau* Pilsen 3.25 EBC, origem Bélgica) foi moído em moinho de bancada para diminuir a granulometria do grão e facilitar a hidrólise catalisada por enzimas durante a mosturação. A rampa de mosturação utilizada na produção do mosto foi adaptada de Carvalho e Zambiazi (12). O valor do pH inicial do mosto obtido foi ajustado para 5,3 por meio da adição de ácido lático. Os mostos foram envasados a quente (> 90 °C) e mantidos a 0 °C até à sua utilização.

### Inóculo

O inóculo foi preparado por propagação segundo as condições estabelecidas por Silva (13) a partir de células da levedura cervejeira Saccharomyces cerevisiae 308 de baixa fermentação (tipo lager), obtida do Centro de Tecnologia de Produtos Alimentares SENAI/Vassouras-RJ (procedente da coleção de cepas da Academia DOEMENS-Alemanha).

### Fermentação de bancada

Os ensaios de produção de cerveja em escala de laboratório foram feitos com a combinação de três concentrações de polpa de umbu cajá (10%, 30% e 49%) como adjunto e mosto puro malte (0% de polpa), na temperatura de 15 °C e concentração de extrato original do mosto de 11 °P. A polpa foi adicionada ao mosto após a etapa de fervura, no início da fermentação de acordo com Carvalho (7), quando da utilização de frutas como adjunto. Os frascos Erlenmeyer de 500 ml e volume útil de 250 mL dispunham de válvula de airlock para fechar o sistema. A fermentação foi acompanhada com medições em intervalos regulares de 12 em 12 horas até a atenuação aparente alcançar cerca de 70-75% (1,0 °P acima do valor final de açúcares fermentescíveis).

Para inoculação inicial, as leveduras foram pesadas conforme indicação do fabricante e propagadas em frasco Erlenmeyer em incubadora shaker com agitação (100 mL/ 30 °C/ 150 rpm, 24 h) até proporcionar concentração celular de 1,0 x $10^8$ cel $mL^{-1}$ para garantir o início da fermentação com 1,0 x $10^7$ cel $mL^{-1}$. A propagação das leveduras foi realizada utilizando mosto puro malte (12 °P).

Para avaliar a contribuição da polpa de umbu-cajá como adjunto no processo de produção de cerveja, realizou-se o acompanhamento da fermentação através da análise dos parâmetros: consumo de substrato, produção de etanol e concentração celular.

**Análise do mosto**

Durante toda a fermentação foram retiradas amostras em triplicata. As células foram removidas por centrifugação a 4000 rpm por 10 min e o sobrenadante foi utilizado a 20 °C para quantificar o extrato aparente e a concentração de etanol, em equipamento analisador de cerveja (densímetro de bancada, Rudolph Research Analytical, marca Tecnal).

**Contagem de células**

A concentração de células em suspensão foi determinada em câmara de Neubauer e expressa em cell.$mL^{-1}$. A viabilidade celular foi determinada pelo método de coloração com azul de metileno. Cada determinação foi realizada em triplicata.

**Análise estatística**

A análise de variância (ANOVA) para os experimentos foi feita pelo teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do software estatístico SISVAR 5.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A levedura iniciou a produção de etanol nas primeiras horas de fermentação nas quatro condições testadas, seguindo o mesmo padrão de aumento da concentração até a fase estacionária, que indica o fim da fermentação. Contudo, a análise dos gráficos permite identificar que a produção de etanol foi maior para o ensaio sem polpa, seguido pelo ensaio contendo 100 g/L de polpa (a menor quantidade acrescentada) (Figuras 1 a 3). Em concentrações mais altas de polpa, 300 g/L e 490 g/L, os picos de produção foram mais baixos (Tabela 2). Em contrapartida, pela análise da Figura 4, observa-se uma maior produtividade em etanol para os ensaios com maior concentração de polpa, ou seja, as velocidades instantâneas de produção são maiores nestes ensaios. Pela análise do gráfico de resíduos (Figura 5), observa-se que os pontos estão distribuídos aleatoriamente em torno da linha zero (Y=0), sem padrões discerníveis, o que indica

que o modelo está capturando bem a tendência dos dados e que os erros são aleatórios, mas há uma mudança na dispersão ao longo do tempo sugerindo que a variância do erro do modelo não é constante, o que pode ser um ponto a ser investigado para um possível refinamento do modelo.

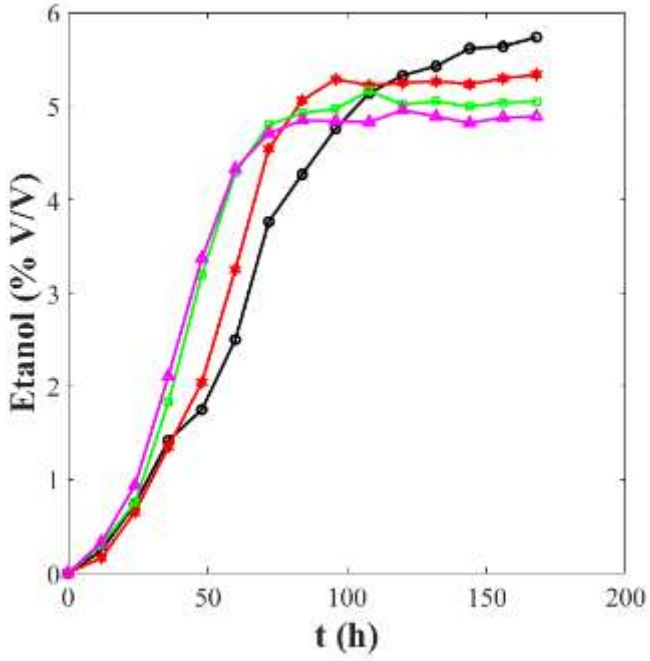



Figura 1: Produção de etanol ao longo do tempo de fermentação.

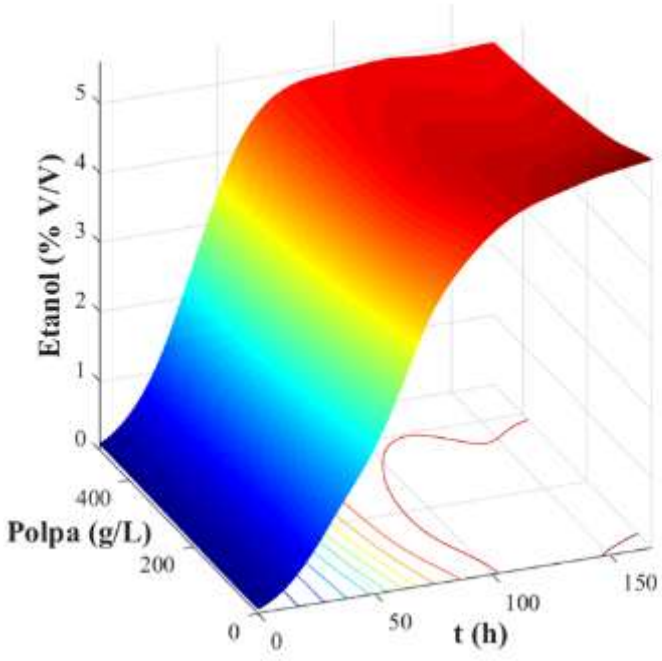


Figura 2: Superfície de resposta para a produção de etanol em função das variáveis tempo de fermentação e concentração de polpa de umbu-cajá.

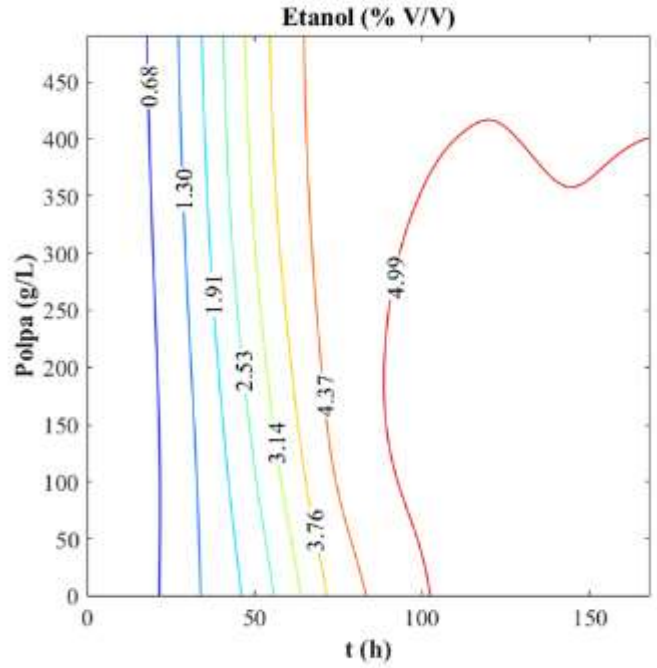



Figura 3: Curvas de nível para a produção de etanol em função das variáveis tempo de fermentação e concentração de polpa de umbu-cajá.

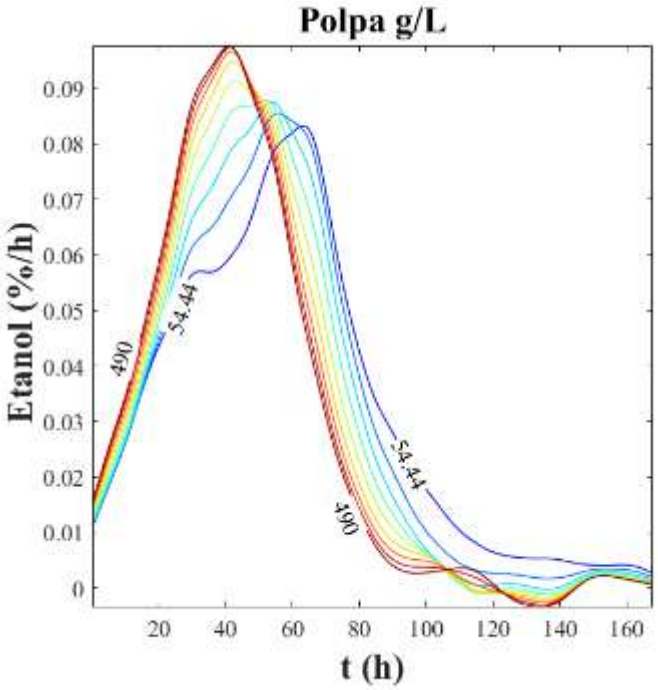



Figura 04: Produtividade em etanol por tempo de fermentação.

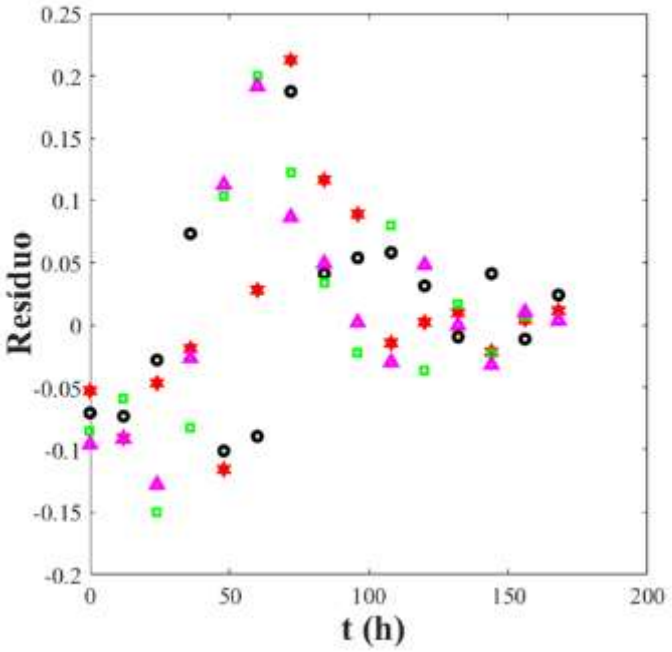



Figura 5: Gráfico de resíduos.

A adição de polpa acelera a reação, mas prejudica o rendimento final, um clássico dilema de otimização em processos fermentativos. Inicialmente, a adição de polpa acelera a reação, mas com o aumento da concentração, o próprio substrato (no caso, a polpa) pode se tornar tóxico ou inibitório para as leveduras, gerando um estresse osmótico ou toxicidade. Além disso, pode ocorrer inibição pelo produto, ou seja, à medida que o etanol se acumula a atividade metabólica da levedura vai diminuindo até cessar (14).

A adição de polpa de cacau ao mosto cervejeiro aumentou a produtividade volumétrica e o rendimento em etanol (9). Utilizando-se polpa de maracujá do mato como adjunto de malte foi encontrado um teor alcoólico de 6,2% de etanol (8). Diferentes frutas impactam de forma diferente na fermentação e outros fatores podem influenciar a produção de etanol, como temperatura, pH, tipo de microrganismo, e composição da polpa. Nessa perspectiva, este trabalho representa uma análise exploratória inicial que pode ser expandida para o estudo de outros fatores em trabalhos futuros.

Tabela 2: Percentual de etanol determinado ao longo do tempo de fermentação para os ensaios realizados.

| **ETANOL %** (média ± desvio)* | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tempo | Concentração de polpa | | | |
| | 0 g/L | 100 g/L | 300 g/L | 490 g/L |
| 0 | 0,00 ± 0,00 | 0,00 ± 0,00 | 0,00 ± 0,00 | 0,00 ± 0,00 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 0,24 ± 0,04 | 0,16 ± 0,19 | 0,30 ± 0,16 | 0,33 ± 0,03 |
| 24 | 0,74 ± 0,05 | 0,65 ± 0,19 | 0,75 ± 0,06 | 0,94 ± 0,31 |
| 36 | 1,42 ± 0,05 | 1,35 ± 0,15 | 1,83 ± 0,42 | 2,11 ± 0,61 |
| 48 | 1,75 ± 0,16 | 2,04 ± 0,09 | 3,20 ± 0,56 | 3,37 ± 0,48 |
| 60 | 2,50 ± 0,16 | 3,25 ± 0,05 | 4,29 ± 0,05 | 4,33 ± 0,37 |
| 72 | 3,76 ± 0,32 | 4,54 ± 0,07 | 4,80 ± 0,02 | 4,71 ± 0,07 |
| 84 | 4,27 ± 0,43 | 5,06 ± 0,05 | 4,93 ± 0,02 | 4,85 ± 0,04 |
| 96 | 4,76 ± 0,16 | 5,29 ± 0,14 | 4,97 ± 0,02 | 4,84 ± 0,02 |
| 108 | 5,14 ± 0,10 | 5,22 ± 0,02 | 5,16 ± 0,36 | 4,83 ± 0,02 |
| 120 | 5,33 ± 0,07 | 5,25 ± 0,04 | 5,02 ± 0,03 | 4,96 ± 0,13 |
| 132 | 5,43 ± 0,01 | 5,27 ± 0,04 | 5,05 ± 0,01 | 4,89 ± 0,03 |
| 144 | 5,62 ± 0,09 | 5,24 ± 0,04 | 5,00 ± 0,04 | 4,82 ± 0,02 |
| 156 | 5,64 ± 0,11 | 5,30 ± 0,10 | 5,04 ± 0,01 | 4,88 ± 0,06 |
| 168 | 5,74 ± 0,11[a] | 5,34 ± 0,14[a] | 5,05 ± 0,05[b] | 4,89 ± 0,02[b] |

*médias com letras iguais não diferem entre si (p>0,05)

A atenuação do extrato aparente foi semelhante para os ensaios contendo polpa de umbu-cajá e se destacou para o ensaio controle, o qual atingiu 2,51%, tendo sido iniciado em 11,49% (Tabela 3). Esses dados corroboram com os de produção de etanol, uma vez que os açúcares do mosto são utilizados para a conversão em álcool e dióxido de carbono, além de outros metabólitos, ao longo do processo fermentativo.

Tabela 3: Percentual de extrato aparente determinado ao longo do tempo de fermentação.

| **EXTRATO APARENTE %** (média ± desvio) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tempo | Concentração de polpa | | | |
| | 0 g/L | 100 g/L | 300 g/L | 490 g/L |
| 0 | 11,49 ± 0,07 | 11,15 ± 0,33 | 11,06 ± 0,10 | 10,93 ± 0,09 |
| 12 | 11,12 ± 0,07 | 10,88 ± 0,29 | 10,58 ± 0,26 | 10,42 ± 0,04 |
| 24 | 10,34 ± 0,07 | 9,82 ± 0,29 | 9,88 ± 0,10 | 9,46 ± 0,48 |
| 36 | 9,27 ± 0,07 | 9,02 ± 0,23 | 8,20 ± 0,66 | 7,64 ± 0,96 |
| 48 | 8,76 ± 0,24 | 7,94 ± 0,14 | 6,05 ± 0,88 | 5,66 ± 0,75 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 60 | 7,58 ± 0,24 | 6,05 ± 0,08 | 4,34 ± 0,08 | 4,15 ± 0,58 |
| 72 | 5,61 ± 0,50 | 4,03 ± 0,12 | 3,55 ± 0,03 | 3,56 ± 0,10 |
| 84 | 4,81 ± 0,67 | 3,21 ± 0,07 | 3,35 ± 0,03 | 3,35 ± 0,06 |
| 96 | 4,05 ± 0,26 | 2,86 ± 0,22 | 3,28 ± 0,02 | 3,36 ± 0,03 |
| 108 | 3,46 ± 0,15 | 2,96 ± 0,04 | 2,98 ± 0,56 | 3,37 ± 0,02 |
| 120 | 3,15 ± 0,10 | 2,92 ± 0,06 | 3,21 ± 0,04 | 3,18 ± 0,20 |
| 132 | 2,99 ± 0,01 | 2,89 ± 0,06 | 3,15 ± 0,01 | 3,28 ± 0,05 |
| 144 | 2,70 ± 0,13 | 2,95 ± 0,06 | 3,24 ± 0,06 | 3,38 ± 0,03 |
| 156 | 2,67 ± 0,11 | 2,78 ± 0,14 | 3,17 ± 0,02 | 3,30 ± 0,08 |
| 168 | 2,51 ± 0,34[a] | 2,74 ± 0,22[b] | 3,16 ± 0,07[b] | 3,28 ± 0,04[b] |

*médias com letras iguais não diferem entre si (p>0,05)

As células se mantiveram viáveis em todos os ambientes de fermentação ao longo dos 7 dias, com valores que estiveram na faixa de 70 a 80% na maioria dos tempos avaliados. Não houve diferença estatisticamente significativa para a porcentagem de viabilidade celular ao final da fermentação para as quatro condições testadas, contudo, cruzando os dados da Tabela 4 com os da Tabela 2, percebe-se que mesmo com alta viabilidade celular, em ambiente com alta concentração de polpa, as células, vivas e saudáveis, não garantiram uma fermentação eficaz. Isso pode ser devido a presença de inibidores ou a alta densidade do mosto, que gera um estresse osmótico, como já foi discutido anteriormente.

Tabela 4: Viabilidade celular determinada ao longo do tempo de fermentação.

| **VIABILIDADE CELULAR %** (média ± desvio) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Tempo | Concentração de polpa | | | |
| | 0 g/L | 100 g/L | 300 g/L | 490 g/L |
| 0 | 100,00 ± 0,00 | 100,00 ± 0,00 | 88,46 ± 4,58 | 84,68 ± 3,0 |
| 12 | 55,17 ± 16,65 | 71,07 ± 8,30 | 92,90 ± 5,69 | 90,45 ± 7,45 |
| 24 | 24,64 ± 36,57 | 14,29 ± 21,39 | 91,29 ± 52,00 | 85,20 ± 49,67 |
| 36 | 51,63 ± 13,44 | 52,32 ± 6,10 | 91,16 ± 4,33 | 74,79 ± 17,70 |
| 48 | 38,58 ± 21,23 | 83,39 ± 16,15 | 91,85 ± 7,98 | 86,57 ± 4,32 |
| 60 | 70,03 ± 3,27 | 77,35 ± 26,99 | 80,09 ± 14,57 | 88,26 ± 9,29 |
| 72 | 69,03 ± 17,15 | 90,45 ± 4,48 | 84,00 ± 15,30 | 70,62 ± 16,75 |
| 84 | 63,10 ± 9,82 | 76,53 ± 7,94 | 91,75 ± 5,15 | 83,33 ± 22,15 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 96 | 67,21 ± 5,51 | 81,75 ± 9,05 | 83,60 ± 11,48 | 83,33 ± 8,53 |
| 108 | 67,24 ± 10,01 | 83,38 ± 3,67 | 82,67 ± 2,54 | 79,33 ± 5,63 |
| 120 | 61,06 ± 9,96 | 84,72 ± 13,18 | 79,21 ± 2,39 | 81,40 ± 8,23 |
| 132 | 75,08 ± 3,72 | 71,98 ± 27,76 | 89,61 ± 4,75 | 95,30 ± 3,08 |
| 144 | 68,91 ± 6,67 | 84,42 ± 162,74 | 71,52 ± 6,38 | 76,58 ± 11,60 |
| 156 | 65,96 ± 7,16 | 81,38 ± 7,04 | 78,57 ± 10,60 | 77,38 ± 14,78 |
| 168 | 57,14 ± 17,97[a] | 71,73 ± 19,72[a] | 74,69 ± 5,76[a] | 75,56 ± 9,81[a] |

*médias com letras iguais não diferem entre si (p>0,05)

## CONCLUSÕES

Os experimentos realizados permitiram avaliar a influência da adição de polpa de umbu-cajá como adjunto na fermentação de mosto cervejeiro. A polpa afetou tanto a produção quanto a produtividade em etanol, mas não afetou a viabilidade celular. A adição de polpa em altas concentrações reduziu o teor de álcool final, mas aumentou sua produtividade. Estudos complementares podem levar a compreensão dos achados nesse estudo, como a influência do pH, acidez, temperatura e composição da polpa. Além disso, a obtenção do perfil sensorial da cerveja pode auxiliar na definição da melhor concentração de polpa para se obter um produto comercial.

## REFERÊNCIAS


**(1) BRASIL**. **Decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019**. Dispõe sobre a definição oficial de cerveja. *Diário Oficial da União*: seção 1, **Brasília, DF**, **8 jul. 2019**.

(2) SILVA, J. R. et al. Mandacaru fruit pulp (Cereus jamacaru D.C.) as an adjunct and its influence on beer properties. **Food Chemistry**, v. 406, p. 135066, 2023.

(3) PAULINA, B.; KORDIALIK-BOGACKA, E. Alternatives to malt in brewing. **Trends in Food Science & Technology**, v. 65, p. 1–9, jul. 2017.

(4) ZDANIEWICZ, M. et al. The effect of different oat (Avena sativa L) malt contents in a top-fermented beer recipe on the brewing process performance and product quality. **Journal of Cereal Science**, v. 101, p. 103301, 2021.

(5) SILVA, N. T. Effects of yeast fermented soursop and umbu-cajá pulps on the colonic microbiota of middle-aged hypertensive adults. **Revista de Alimentos Funcionais**, v. 10, p. 150–160, 2023.

(6) RADU, E.-D. et al. Unconventional raw materials used in beer and beer-like beverages production: Impact on metabolomics and sensory profile. **Food Research International**, v. 183, p. 114203, 2024.

(7) CARVALHO, G. B. M. Utilização de banana como adjunto no processo de fabricação de cerveja. **Scopus**, 2009. Disponível em: <https://www.scopus.com>. Acesso em: 17 jul. 2025.

(8) MELO, T. V. et al. Effect of different concentrations of bush passion fruit pulp and temperature in the production of beer. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n. 32, p. 1758–1765, 2017.

(9) NUNES, C. S. O. et al. Cocoa pulp in beer production: Applicability and fermentative process performance. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 8, p. 2452–2460, 2017.

(10) SANTOS, A. F. Process optimization for elaboration of cajá-umbu (spondias spp.) fruit jelly: the effect of pulp and pectin contents on sensory attributes and volatile constituents. **Food Chemistry**, v. 274, p. 45–52, 2021.

(11) MACÊDO, R. D. Análise dos compostos bioativos do umbu-cajá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 45, n. 3, p. 123–132, 2023.

(12) CARVALHO, J.; ZAMBIAZI, R. C. Elaboração de cerveja utilizando polpa de frutas como adjunto: adaptação do processo de mosturação. **Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p. 45–52, 2011.

(13) SILVA, L. C. **Fermentação de cerveja: métodos de propagação da levedura Saccharomyces cerevisiae.** 2. ed. São Paulo: Editora SENAI, 2005.

(14) DORAN, P. M. Bioprocess engineering principles. 2nd ed. London: **Academic Press**, 2013.

# FLORES COMESTÍVEIS E SEUS COMPOSTOS BIOATIVOS: POTENCIAL FUNCIONAL E APLICAÇÕES EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

# EDIBLE FLOWERS AND THEIR BIOACTIVE COMPOUNDS: FUNCTIONAL POTENTIAL AND APPLICATIONS IN FOOD TECHNOLOGY

**DOI: 10.65747/conali2025v2c11**

**Ana Carolina Luz Braz da Cunha[1]; Sarah Bruna Gonçalvez Ferreira[2]; Nataly de Almeida Costa[3]; Simone Vilela Talma[4]; Maurilio Lopes Martins[5]; Eliane Maurício Furtado Martins[6]**

[1]Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba; E-mail: a.carolinaluz.bdc@gmail.com

[2]Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA - IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba; E-mail: sarahbruna2025@gmail.com

[3]Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA - IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba; E-mail: natalyalmeida20@gmail.com

[4]Docente do Instituto Federal de Sergipe - IFS Campus Glória. E-mail: simone.talma@ifs.edu.br

[5]Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba. E-mail: maurilio.martins@ifsudestemg.edu.br

[6]Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba. E-mail: eliane.martins@ifsudestemg.edu.br

**Resumo:** As flores comestíveis destacam-se na ciência dos alimentos devido a sua funcionalidade, associado à presença de compostos bioativos como flavonoides, antocianinas, carotenoides e compostos fenólicos, os quais exercem atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas. Este estudo teve como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre as flores comestíveis, abordando a composição química, aspectos legais, aplicações tecnológicas, segurança alimentar, benefícios à saúde e a sustentabilidade. Os dados analisados revelam que diversas espécies, tanto nativas quanto cultivadas, apresentam potencial de uso em produtos alimentícios como saladas, pães, chás, geleias, sobremesas e bebidas funcionais, com viabilidade tecnológica e boa aceitação sensorial. Observa-se, contudo, que a regulamentação brasileira sobre flores comestíveis é limitada, o que impõe desafios quanto à padronização, controle de qualidade e segurança de consumo. Além disso, o uso de flores alimentícias pode contribuir para práticas sustentáveis, promovendo o aproveitamento de espécies da biodiversidade local e a diversificação alimentar. Conclui-se que as flores comestíveis representam uma alternativa inovadora e promissora para o desenvolvimento de alimentos funcionais, desde que seu uso esteja respaldado por critérios técnico-científicos e regulamentares adequados.

**Palavras–chave:** biodiversidade; compostos fenólicos; corantes naturais; segurança dos alimentos

**Abstract:** Edible flowers stand out in food science due to their functionality, associated with the presence of bioactive compounds such as flavonoids, anthocyanins, carotenoids, and phenolic compounds, which exert antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial activities. This study aimed to review the literature on edible flowers, addressing their chemical composition, legal aspects, technological applications, food safety, health benefits, and sustainability. The data analyzed reveal that several species, both native and cultivated, have potential for use in food products such as salads, breads, teas, jams, desserts, and functional beverages, with technological feasibility and good sensory acceptance. However, Brazilian regulations on edible flowers are limited, posing challenges regarding standardization, quality control, and consumer safety. Furthermore, the use of edible flowers can contribute to sustainable practices, promoting the use of local biodiversity species and dietary diversification. It is concluded that edible flowers represent an innovative and promising alternative for the development of functional foods, provided that their use is supported by adequate technical-scientific and regulatory criteria.

**Keywords:** biodiversity; phenolic compounds; natural dyes; food safety

## INTRODUÇÃO

As flores comestíveis têm ganhado crescente destaque na gastronomia mundial, não apenas por seu apelo estético, mas também por seu potencial nutricional e funcional. Estas flores consistem em partes não tóxicas e inofensivas de plantas que possuem compostos funcionais em sua composição e podem ser benéficas para a saúde quando consumidas (1). Dentre elas, encontram-se três principais tipos de flores comestíveis que são as flores perfumadas medicinais, flores de frutas e flores vegetais (2).

O modo mais comum de consumo de flores comestíveis é em sua forma fresca não processada, como na decoração de pratos culinários ou em saladas, mas também podem ser utilizadas secas, bem como em coquetéis e vinhos (3). Com múltiplas formas de consumo, elas vêm sendo incorporadas em pratos doces e salgados, infusões, bebidas e até na medicina alternativa, despertando o interesse da comunidade científica quanto aos seus benefícios à saúde devido à presença de compostos bioativos (4). No entanto, devido ao curto período de floração e à baixa vida pós-colheita, as flores comestíveis apresentam baixa disponibilidade de uso (5). Logo, a secagem ou a obtenção de extratos dessas flores são alternativas importantes para seu uso contínuo.

No Brasil, o estudo de Alves *et al.* (6) verificou as diferentes espécies de flores comestíveis, tanto nativas – como o ipê, a begônia e o malvavisco – quanto cultivadas – como o amor-perfeito, a capuchinha, a calêndula, o cravo-de-defunto, o crisântemo, a rosa e a vinagreira. Estas flores se destacam por apresentarem concentrações expressivas de fitoquímicos e nutrientes, sendo uma fonte alternativa para esses compostos e contribuindo para uma alimentação mais rica, funcional e diversificada.

A valorização de práticas alimentares mais saudáveis tem levado ao resgate de hábitos tradicionais, incluindo o uso de flores na alimentação, o que evidencia que essa tendência não é apenas uma inovação recente, mas também uma reconexão com

saberes e práticas ancestrais (7). Estudos que relatam os compostos bioativos presentes nessas flores, juntamente com os benefícios gerados e as respectivas aplicações são fundamentais para popularizar o seu consumo e expandir as possibilidades no processamento de alimentos. Diante disso, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre as flores comestíveis, com ênfase em seus aspectos nutricionais e funcionais, relatando os diferentes benefícios à saúde e as diferentes aplicações na alimentação e na indústria.

## METODOLOGIA

Uma revisão sistemática e abrangente foi realizada para evidenciar as flores comestíveis utilizadas e seus compostos bioativos quanto ao potencial funcional e aplicações em tecnologia de alimentos. Bancos de dados eletrônicos acadêmicos, incluindo Scopus, PubMed e ScienceDirect, foram utilizados para a busca bibliográfica. A busca incluiu todos os artigos até 13 de junho de 2025. Várias palavras-chave foram utilizadas para a busca e toda a pesquisa relacionada a flores ou flores comestíveis foi incluída para triagem.

## COMPOSTOS BIOATIVOS E BENEFÍCIOS À SAÚDE

No Brasil, o consumo de flores comestíveis ainda não é tão disseminado, porém o país possui espécies que contém compostos bioativos de interesse para a saúde (Quadro 1) e, por este fato, o mercado dessas flores vem ganhando ainda mais espaço. A existência destes compostos nas flores ocorre de forma natural, conferindo a elas um importante papel nas atividades antioxidantes para prevenção de envelhecimento precoce e atividades anti-inflamatórias.

Devido as flores comestíveis apresentarem compostos fenólicos, carotenoides e alcaloides, que desempenham importantes efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes e neuroprotetores, estas podem contribuir com a modulação do eixo intestino-cérebro, por meio da microbiota intestinal e da produção de neurotransmissores, influenciando positivamente a saúde mental e o bem-estar. Abbaszadeh *et al.* (8) relataram que intestino e cérebro estão extremamente interligados e sua manutenção é fundamental para vários processos fisiológicos do organismo.

| Imagem | Nome científico e popular | Compostos Bioativos |
|---|---|---|
| | *Viola tricolor* L.<br>Amor-perfeito<br>Amor perfeito-de-jardim | Antocianinas<br>Luteína<br>Betacaroteno |
| | *Begonia semperflorens*<br>Begônia | Compostos fenólicos<br>Flavonoides<br>Tocoferóis<br>Carotenoides |

| | | |
|---|---|---|
| | *Calendula officinalis* L.<br>Calêndula<br>Malmequer | Terpenoides<br>Flavonoides |
| | *Tropaeolum majus* L.<br>Capuchinha<br>Chapéu-de-frade | Antocianinas<br>Luteína<br>Zeaxantina |
| | *Chrysanthemum morifolium* R.<br>Crisântemo | Antocianinas<br>Luteolina<br>Protocianidina |
| | *Hibiscus rosa-sinensis* L.<br>Hibisco | Flavonoides<br>Antocianinas<br>Quercetinas<br>Compostos fenólicos |
| | *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose<br>Ipê-amarelo | Carotenoides |
| | *Rosa rugosa* L.<br>Rosa | Quercetina<br>Epicatequinas<br>Ácido Gálico<br>Antocianinas<br>Taninos |

Quadro 1. Nome científico e popular e compostos bioativos estudados de espécies de flores comestíveis.

Fonte: Adaptado de Alves; Biond e Sant'Anna (6); Imagens IA

Entre as diversas classes de compostos bioativos presentes nas flores comestíveis, os compostos fenólicos se dividem em dois grandes grupos: não flavonoides e flavonoides, os quais, por sua vez, englobam seis subgrupos, incluindo as antocianinas (9). A concentração de compostos bioativos nas flores pode variar amplamente, dependendo da espécie analisada. Dentre os flavonoides mais comumente encontrados em flores comestíveis, destacam-se a quercetina, kaempferol,

miricetina, rutina, apigenina, luteolina, catequina e epicatequina, e as antocianinas mais identificadas são as formas glicosiladas de cianidina, delfinidina e pelargonidina (10).

As antocianinas são os principais compostos responsáveis pela ampla variedade de cores observadas em flores, como vermelho, laranja, roxo, rosa e azul. Outra classe relevante é a dos tetraterpenos, que inclui os carotenóides — potentes antioxidantes naturais. Esses pigmentos acessórios apresentam coloração que varia do amarelo ao laranja ou vermelho e têm como principal função a proteção contra a foto-oxidação (9).

O Quadro 2, apresenta os compostos bioativos presentes em flores comestíveis e seus benefícios conforme Santos *et al.* (11).

| Compostos Bioativos | | Benefícios |
|---|---|---|
| **Carotenoides** | Luteína | Combate os radicais livres, reduz o risco de catarata e degeneração macular, reduz o colesterol e preveni o risco de doenças cardíacas e de aterosclerose. |
| | Zeaxantina | Promove a saúde ocular, prevenção de doenças crônicas, melhora a saúde da pele e ação antioxidante. |
| | Beta-Caroteno | Precursor da vitamina A, ação antioxidante, aumento da imunidade, proteção da pele, saúde ocular e função cognitiva. |
| **Licopenoides** | Licopeno | Possui atividade antioxidante, previne doenças cardiovasculares, reduz o risco de câncer, protege contra raios UV e auxilia na saúde ocular. |

| | | |
|---|---|---|
| **Flavonoides e Compostos Fenólicos** | Antocianinas | Pigmentos naturais presentes em frutas e vegetais vermelhos, azuis e roxos com poder antioxidante e anti-inflamatório. |
| | Luteolina | Ação antioxidante, neuroprotetora, cardioprotetora e anti-inflamatória. |
| | Taninos | Ação antioxidante e anti-inflamatória, aceleram a coagulação sanguínea e modulam a resposta imunológica. |
| | Kaempferol | Apresenta propriedade antioxidante e anti-inflamatória. |
| | Quercetinas | Possui propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, contra danos causados por radicais livres, fortalece o sistema imune e saúde cardiovascular. |
| | Protocianidina | Possui propriedades antioxidantes com redução do risco de doenças cardiovasculares. |
| | Catequinas | Proteção contra doenças cardiovasculares, redução de inflamações, melhoria do desempenho físico e contribui com a saúde intestinal. |
| | Epicatequinas | Ação antioxidante com proteção cardiovascular, redução da gordura corporal e melhora do humor. |
| | Ácido Gálico | Ação antioxidante, anti-inflamatória e anticancerígena, saúde cardiovascular, redução da pressão arterial e do colesterol. |

Quadro 2. Compostos bioativos presentes em flores e seus benefícios.

Fonte: Autores.

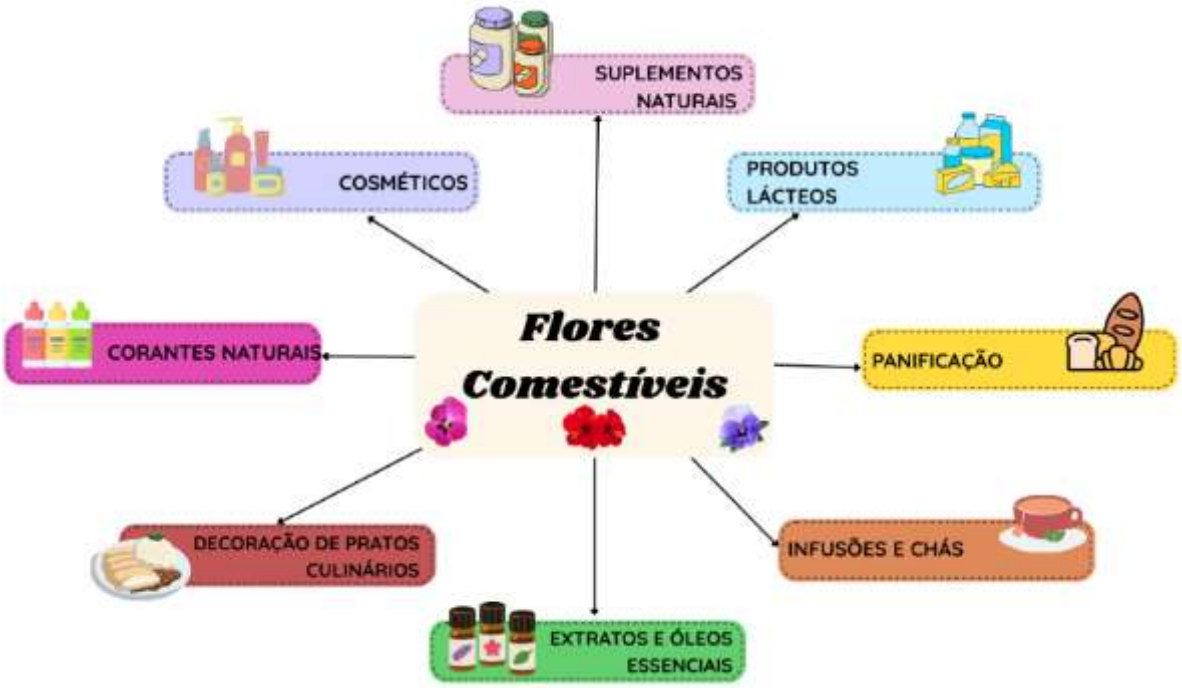
## APLICAÇÃO INDUSTRIAL DE FLORES COMESTÍVEIS

O uso de flores comestíveis tem ganhado crescente relevância em diferentes setores, como a indústria cosmética, farmacêutica e, principalmente, alimentícia. Na área de cosméticos, extratos florais são amplamente empregados na formulação de cremes, loções, perfumes e sabonetes, valorizando suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e aromáticas naturais (12,13). No setor farmacêutico, muitas espécies de flores são utilizadas como matéria-prima para a produção de fitoterápicos e suplementos naturais, devido à presença de compostos bioativos com potencial terapêutico.

Na indústria de alimentos, as flores comestíveis contribuem para a melhoria da qualidade sensorial dos alimentos, já que muitas espécies apresentam cores vivas que atraem visualmente os consumidores funcionando como um corante natural. Seu uso tem ganhado espaço na gastronomia, especialmente na culinária *gourmet*, agregando não apenas beleza estética, mas também aroma, cor e sabor às preparações (Figura 1).

Figura 1. Diferentes aplicações das flores comestíveis.

Fonte: Autores.




A incorporação de flores comestíveis em produtos alimentícios tem se mostrado uma estratégia promissora para o desenvolvimento de alimentos funcionais e com valor agregado. Grzelczyk *et al*. (14) desenvolveram biscoitos enriquecidos com fibra de bambu e flores comestíveis, com o objetivo de elevar o teor de polifenóis e outros nutrientes. Os produtos formulados apresentaram maior atividade antioxidante, evidenciando o potencial funcional das flores na panificação. De modo geral, flores com colorações mais intensas, como o amor-perfeito (*Viola tricolor* L.) e a capuchinha-laranja (*Tropaeolum majus* L.), apresentam maiores concentrações de carotenoides, compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas (10).

Cervejas artesanais adicionadas de flores comestíveis (pétalas de laranjeira e rosa) foram desenvolvidas por Oliveira *et al.* (15). Os resultados evidenciaram que as flores promoveram aumento da quantidade de compostos fenólicos, contribuindo para o seu potencial de comercialização devido as propriedades pró-saúde.

Além disso, as flores comestíveis têm sido exploradas em produtos lácteos como queijos, fermentados como iogurtes e bebidas vegetais, onde podem atuar como ingredientes funcionais e naturais, enriquecendo o perfil nutricional e sensorial desses alimentos (16, 17, 18). A incorporação de extratos florais em balas, sorvetes e chocolates também representa uma alternativa inovadora que alia saúde, apelo visual e sofisticação ao consumo (19, 20, 21, 22).

Juliyarsi *et al.* (19) avaliaram o efeito da adição de diferentes concentrações de extrato de flor de *Clitoria ternatea* (CTF) em balas de geleia à base de “dadih”, que consiste em um alimento tradicional da Indonésia, em relação às propriedades físicas de cor e na aceitação sensorial do produto. Concentrações de 0%, 0,5%, 1%, 1,5% e 2% de CTF foram avaliadas e os autores observaram que o extrato influenciou significativamente o brilho (L*) e os atributos sensoriais relacionados à cor. No entanto, não foram identificadas alterações significativas nos parâmetros a* e b*, nem na textura, sabor e aroma. A formulação com 0,5% de extrato de CTF obteve os melhores índices de aceitação, sendo caracterizada por textura levemente macia, sabor levemente adocicado, aroma suave de “dadih” e alto brilho, destacando-se como a mais apreciada pelos avaliadores.

Outro estudo realizado verificou o potencial do extrato aquoso de flores de *Clitoria ternatea* como substituto de corantes sintéticos em balas de goma. As balas contendo 40 g e 30 g da flor apresentaram o maior índice de aceitação, logo os resultados indicaram que o extrato de *C. ternatea* melhorou significativamente a cor e a aparência das balas de goma. O estudo concluiu que a aplicação do extrato de *C. ternatea* representou uma alternativa promissora, segura e sustentável para a indústria de balas, promovendo maior aceitabilidade sensorial e alinhamento com hábitos alimentares mais saudáveis (20).

Guevara *et al.* (23) investigaram o potencial de flores comestíveis como ingredientes principais em preparações de confeitaria. A pesquisa teve como objetivo desenvolver propostas gastronômicas inovadoras com flores de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*), jasmim e lavanda, avaliando sua aceitabilidade sensorial. Para cada flor, foram elaboradas três sobremesas com diferentes concentrações, avaliadas por um painel sensorial composto por 10 especialistas, utilizando uma escala de nove pontos para os atributos de aroma, cor, sabor, textura, gosto residual e aceitabilidade geral. A sobremesa contendo 15 g de hibisco foi a mais aceita, sendo considerada ideal para aplicação em cremes de confeitaria. No caso do jasmim, a amostra com 5 g obteve melhor desempenho, enquanto a lavanda teve maior aceitação na amostra com 3 g, devido ao sabor mais equilibrado. Os achados reforçam o potencial das flores comestíveis como componentes sensoriais e funcionais em sobremesas, destacando seu papel inovador na criação de produtos.

Outras formas de aplicação das flores comestíveis são abordadas na cartilha “Como usar flores na alimentação”, da EPAMIG (24), que apresenta diversos produtos como arroz, geleias, chimias e compotas, saladas, chás, vinagre e água de rosas, contribuindo para agregar valor comercial aos produtos elaborados. Essas aplicações demonstram o potencial versátil das flores comestíveis, não apenas como elementos decorativos, mas como ingredientes ativos na formulação de alimentos inovadores, sustentáveis e voltados para a promoção da saúde.

## LEGISLAÇÃO PARA FLORES COMESTÍVEIS

Não existe um regulamento técnico específico para flores comestíveis no Brasil, no entanto, o uso de flores como alimento é regulamentado pela legislação geral sobre alimentos e segurança alimentar que regula a produção, o processamento, a distribuição

e o comércio de alimentos, incluindo aspectos como a segurança alimentar, a higiene e a rotulagem (24, 27).

## SEGURANÇA E SAÚDE

Adicionadas como ingredientes na indústria alimentícia, as flores comestíveis podem ser consumidas com segurança, promovendo benefícios à saúde. Devido às suas propriedades nutricionais como fontes essenciais de macronutrientes, vitaminas e compostos antioxidantes, seu consumo vem aumentando nos últimos anos (25). Estas possuem compostos bioativos que podem auxiliar na prevenção de doenças por ser uma fonte de propriedades nutracêuticas e bioativas como antioxidantes, flavonoides, antocianinas, taninos, carotenoides, terpenoides (26,11).

## SUSTENTABILIDADE

O esgotamento dos recursos não renováveis deve ser minimizado, adotando-se princípios importantes para a sustentabilidade. Assim, pesquisas sobre os benefícios e os potenciais alimentícios da grande biodiversidade natural da flora brasileira devem ser realizados, com vistas à segurança alimentar e nutricional e à promoção da saúde, de forma sustentável. Reformular hábitos alimentares, por meio do consumo maior de alimentos *in natura* e de menos alimentos processados é um dos pilares fundamentais para manutenção e/ou recuperação da saúde. As flores alimentícias apresentam concentrações relevantes de compostos fitoquímicos e nutrientes fundamentais à saúde humana, portanto, o consumo regular destas plantas pode melhorar aspectos nutricionais e dietéticos de seus consumidores, diversificando a alimentação. A produção de flores alimentícias deve ser baseada em um modelo de produção preferencialmente agroecológico, de baixo impacto ambiental, e livre de agrotóxicos (6).

## CONCLUSÃO

As flores comestíveis destacadas neste artigo apresentam compostos bioativos relevantes, como carotenoides, flavonoides e antocianinas, que atuam como antioxidantes naturais e oferecem diversos benefícios à saúde, especialmente no combate aos radicais livres. Seu consumo, tanto na forma natural, quanto na forma de extratos ou incorporadas a alimentos, contribui para a promoção da saúde e diversificação da dieta.

Desta forma, a promoção da produção e comercialização de flores são importantes para a valorização da diversidade vegetal, por meio de pequenos agricultores e a instalação de hortas urbanas. O desconhecimento sobre alternativas alimentares disponíveis na natureza e seus processos de produção e comercialização, acabam por levar à monotonia alimentar, que na maioria das vezes vem a ser até mesmo prejudicial à saúde. Portanto, pesquisas e ações educativas são necessárias para continuar promovendo o uso sustentável de flores comestíveis, possibilitando sua inserção no mercado e contribuindo para uma alimentação mais saudável, diversificada e culturalmente valorizada.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais Campus Rio Pomba, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio concedido por meio do Edital Conjunto nº 3/2024 (Programa de Extensão Universitária na Pós-Graduação – PROEXT-PG) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS) pela parceria.

## REFERÊNCIAS

1. ALASALVAR, C.; PELVAN, E.; OZDEMIR, K. S.; KOCADAQLI, T.; MOGOL, B. A.; PASLI, A. A. Compositional, nutritional, and functional characteristics of instant teas produced from low- and high-quality black teas. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 7529–36, 2013.

2. ZHANG, M.; BHANDARI, B.; FANG, Z. X. Advances in drying science and technology. In: Handbook of Drying of Vegetables and Vegetable Products. 1st ed. CRC Press; 2019. p. (Cap. 10).

3. MLCEK, J.; ROP, O. Fresh edible flowers of ornamental plants – A new source of nutraceutical foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, p. 561–9, 2011.

4. PUROHIT, S. R.; RANA, S. S.; IDRISHI, R.; SHARMA, V.; GHOSH, P. A review on nutritional, bioactive, toxicological properties and preservation of edible flowers. **Future Foods**, v. 4, 100078, 2021.

5. MOTTI, R.; PAURA, B.; COZZOLINO, A.; FALCO, B. D. Edible flowers used in some countries of the Mediterranean basin: An ethnobotanical overview. **Plants***,* v. 11, n. p. 3223-3272, 2022.

6. ALVES, L. C.; BIONDO, A.; SANT'ANNA, V. Sustentabilidade e flores comestíveis no Brasil: aspectos nutricionais, gastronômicos e toxidez. **Revista Tecnologia Sociedade**, v. 19, n. 56, p. 29–50, 2023.

7. KUMAR, S.; UTTAM, A.; SHARMA, S.; KUMAR, V. Edible vegetable flowers: Next generation sustainable super foods, therapeutic role, processing and improvement approaches. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, p. 101116, 2025.

8. ABBASZADEH, F.; FAKHRI, S.; VARNAMKHASTI, B. S.; MORADI, S. Z.; KHIREGHESH, R. M. R.; ECHEVERRIA, J. Phytochemicals from edible flowers prevent neurodegenerative diseases via the gut-brain axis. **Food Bioscience**, v. 63, 105681, 2025.

9. KINUPP, V. F.; LORENZI, H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos de Flora; 2014. 768 p.

10. GONÇALVES, J.; SILVA, G. C. O; CARLOS, L. A. Compostos bioativos em flores comestíveis. **Perspectivas Online Biológicas & Saúde**, v. 9, n. 29, p. 11–20, 2019.

11. SANTOS, R. F.; JUNQUEIRA, I. D.; FRANÇA, M. D. Compostos bioativos com potencial antioxidante em flores comestíveis no retardo do envelhecimento cutâneo. **Revista Acta Biologica Brasiliensia**, v. 7, n. 1, 2024.

12. NETO, I. F. S. Flores comestíveis: uma revisão do potencial nutracêutico. **Alimentos: Ciência Tecnologia Meio Ambiente**, v. 1, n. 9, p. 30–44, 2020.

13. BATISTA, R. C. D.; ARAÚJO, R. I. S. M.; CANINI, G. B. Flores comestíveis: alternativa e agregação de renda. AgroBrasília, Emater-DF, p. 1–14, 2024.

14. GRZELCZYK, J.; DROZDZYNSKI, P.; BUDRYN, G.; CZARNECKI, A.; PAPROCKA, Z.; CZARNECKA, I. G. High-fiber cookies with bamboo flour and edible flowers: Evaluation of structural properties, phenolic content, antioxidant activity and nutritional value. **LWT - Food Science and Technology**, v. 216, 2025.

15. OLIVEIRA, M. S. R.; DE FRANZEN, F. L.; MACHADO, A. C.; BASSACO, G. P.; MANFIO, M. Elaboração de cervejas artesanais com o uso de adjuntos cervejeiros regionais e flores comestíveis. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p. 121412–32, 2021.

16. MEDEIROS, A. B. A. Queijos frescos e maturados com adição da flor *Clitoria ternatea* (Trabalho de Conclusão de Curso). João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2024.

17. PONTES, E. S. Desenvolvimento e caracterização de iogurte caprino com potencial funcional adicionado do extrato de malvavisco (*Malvaviscus arboreus* Cav.) (dissertação). 2022.

18. PIRES, T. C.; DIAS, M. I.; BARROS, L.; CALHELHA, R. C.; ALVES, M. J.; OLIVEIRA, M. B. P.; SANTOS-BUELGA, C.; FERREIRA, I. C. F. R. Edible flowers as sources of phenolic compounds with bioactive potential. **Food Research International**, v. 105, p. 580–8, 2018.

19. JULIYARSI, I.; MELIA, S.; SETIAWAN, R. D.; PANGESTU, S. Sensory properties of dadih jelly candy with the addition of *Clitoria ternatea* flower extract. **Journal of Nutritional Science**, v. 4, n. 1, p. 17–21, 2023.

20. LOÑEZ, H. E.; BANWA, T. P. Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*): A natural colorant for soft candy (Gummy Candy). **Indian Journal of Science and Technology**, v. 14, n. 3, p. 239–44, 2021.

21. VURAL, E.; TOPUZ, A. Anthocyanin-Based Natural Food Colorant from Fresh Waste Carnation Flower Petals: Effect of pH, Temperature, and Drying Method on its Degradation Kinetics and its Use in Ice Cream. **Akademik Gida**, v. 21, n. 4, p. 312–22, 2023.

22. LIMSUWAN, T.; PAEKUL, N.; INGSRIWAN, L. Effects of butterfly pea extract and flower petals on sensory, physical, chemical and microbiological characteristics of sugar-free ice cream. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, v. 7, n. 1, p. 57–67, 2014.

23. GUEVARA, K. R. M.; SÁNCHEZ, J. A. P.; BOHÓRQUEZ-MEDINA, S. L.; BOHÓRQUEZ-MEDINA, A. L. Development and sensory evaluation of edible flower incorporation in pastry products using avant-garde techniques. **Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal**, p. 83–104, 2025.

24. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS (EPAMIG). **Como usar flores comestíveis na alimentação.** São João del-Rei: EPAMIG; 2023.

25. PENSAMIENTO-NIÑO, C. A.; CASTAÑEDA-OVANDO, A.; AÑORVE-MORGA, J.; HERNÁNDEZ-FUENTES, A. D.; AGUILAR-ARTEAGA, K.; OJEDA-RAMÍREZ, D. Edible flowers and their relationship with human health: Biological activities. **Food Reviews International**, v. 40, n. 1, p. 620–39, 2023.

26. LENTZ, K. R. M. Flores comestíveis e compostos bioativos: uma revisão da literatura. **Revista Ciência em Extensão**, v. 7, n. 1, 2022.

27. BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa n° 27, de 30 de agosto de 2010. Regulamento técnico específico para a produção integrada de flores e plantas ornamentais. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 2016.

# PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAIS DE SOBREMESA LÁCTEA TIPO UMBUZADA ELABORADA A PARTIR DO APROVEITAMENTO INTEGRAL DO UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)

# PHYSICAL-CHEMICAL AND SENSORY PARAMETERS OF UMBUZADA-TYPE MILK DESSERT MADE FROM THE INTEGRAL USE OF UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)

**DOI: 10.65747/conali2025v2c12**

**Viviane Lansky Xavier de Souza Leão[1]; Julyanne Maria de Lima Barbosa[2]; Marcela Sarmento Valencia[3]; Hayanna Adlley Santos de Arruda[3]; Marthyna Pessoa de Souza[4]**

[1]Docente/pesquisador do Depto de Nutrição – CCS – UFPE; E-mail: viviane.xavier@ufpe.br

[2]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Nutrição – CCS – UFPE.

[3]Docente/pesquisador do Núcleo de Nutrição – CAV – UFPE.

[2]Pesquisador do Departamento de Bioquímica – CCS – UFPE.

**Resumo:** A utilização de farinha de resíduos de frutas em produtos lácteos desponta como alternativa para enriquecimento nutricional e redução do desperdício de alimentos. Assim, o objetivo deste trabalho foi elaborar e avaliar parâmetros físico-químicos e sensoriais de sobremesa láctea tipo umbuzada utilizando a polpa e a farinha dos resíduos do umbu. Foram elaboradas formulações sem adição da farinha (F1) e adicionada da farinha (F2) e determinados pH, acidez, cor instrumental e aceitação sensorial. A adição da farinha dos resíduos do umbu incrementou a acidez, reduziu o pH e conferiu coloração mais escura e menos esverdeada à sobremesa. Quanto à diferença total de cor entre as formulações, observou-se que a farinha interferiu na cor da sobremesa, sendo essa diferença perceptível ao olho humano. Na análise sensorial, a incorporação da farinha na sobremesa láctea não influenciou na aparência, cor e consistência, porém reduziu a aceitação quanto ao aroma, sabor, impressão global e intenção de compra, possivelmente pelo aumento da acidez. Este resultado sugere a necessidade de modificações na formulação, mas demonstra o potencial do aproveitamento integral do umbu para diversificar a oferta de produtos lácteos no mercado, bem como contribuir para a redução do desperdício de alimentos.

**Palavras–chave:** produtos lácteos; resíduo agroindustrial; semiárido brasileiro

**Abstract:** The use of fruit waste flour in dairy products is emerging as an alternative for nutritional enrichment and reducing food waste. Therefore, the objective of this study was to develop and evaluate the physicochemical and sensory parameters of an umbuzada-type dairy dessert using umbu pulp and flour. Formulations without the addition of flour (F1) and with the addition of flour (F2) were developed, and pH, acidity, instrumental color, and sensory acceptance were determined. The addition of umbu

waste flour increased acidity, reduced pH, and gave the dessert a darker, less greenish color. Regarding the overall color difference between the formulations, it was observed that the flour influenced the dessert's color, a difference perceptible to the human eye. In the sensory analysis, the incorporation of flour into the dairy dessert did not affect its appearance, color, or consistency, but reduced acceptance regarding aroma, flavor, overall impression, and purchase intention, possibly due to the increased acidity. This result suggests the need for modifications in the formulation, but demonstrates the potential of fully utilizing umbu to diversify the supply of dairy products on the market, as well as contributing to reducing food waste.

**Keywords:** agro-industrial waste; brazilian semiarid region; dairy products

## INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) é uma espécie nativa da Caatinga, bioma exclusivo da região do semiárido brasileiro, explorada de forma extrativista pelas comunidades locais e apresenta grande importância na geração de renda das famílias, especialmente no período de safra, que vai de dezembro a março[1]. O umbu apresenta um grande apelo comercial devido as suas características sensoriais agradáveis ao consumo. Possui superfície lisa ou aveludada, casca de cor amarelo-esverdeada e polpa de cor branco-esverdeada, de consistência mole, suculenta, aroma característico e sabor agridoce agradável [2].

Por ser um fruto climatérico e de rápida sazonalidade, há uma grande oferta de umbu na sua forma *in natura* no período produtivo, porém sua vida útil é limitada a alguns dias, resultando em desperdício se não for submetido a métodos de conservação adequados ou processado para elaboração de produtos[3]. O processamento do umbu apresenta inúmeras vantagens, permitindo a utilização da produção excedente, possibilitando o consumo na entressafra, o que leva a redução das perdas para o produtor, diversifica a oferta de produtos derivados da fruta no mercado e contribui para o fortalecimento da agricultura familiar e o desenvolvimento regional[4].

Estudos têm mostrado que as frutas e seus subprodutos são ricos em nutrientes e compostos bioativos com efeitos benéficos a saúde, tais como proteínas, carboidratos, ácidos graxos, vitaminas, minerais, fibras dietéticas, carotenoides, compostos fenólicos e outros compostos considerados antioxidantes naturais, dentre outras moléculas bioativas[5]. Tem sido evidenciado que o umbu apresenta apelo funcional e elevado potencial para ser aproveitado de forma integral na alimentação e como ingrediente ativo para elaboração de produtos alimentícios funcionais devido aos benefícios à saúde associados à fruta e seus componentes.

Já foram relatadas, tanto para a polpa como para os resíduos do umbu, atividades antioxidantes e antibacterianas, inibição da acetilcolinesterase e de α-amilase e atividade quimiopreventiva contra o câncer[6,7]. Os resíduos do umbu (casca e semente) possuem quantidades importantes de fitoquímicos bioativos, como fenólicos e flavonoides, e minerais, como fósforo, potássio, magnésio, ferro e cobre, além de fibras alimentares, tornando-se uma potencial alternativa para o enriquecimento de produtos alimentícios[6, 7, 8, 9].

Dentre as tecnologias empregadas para aproveitamento de resíduos agroindustriais, merece destaque a secagem para obtenção de farinha, que é um produto estável, de fácil armazenamento em temperatura ambiente, além de possuir menores custos de transporte e embalagem[10]. Esse método de processamento

aumenta a vida útil de várias frutas, especialmente as sazonais, tornando possível disponibilizá-las no mercado fora do período de produção[11]. As farinhas proporcionam melhoria no perfil nutricional e acrescentam propriedades funcionais e tecnológicas aos produtos[12].

Uma das formas mais tradicionais de consumo do umbu na região Nordeste do Brasil é sob a forma de umbuzada, preparação elaborada a partir da polpa do umbu cozida com leite e açúcar, rapadura ou leite condensado[13]. Esta preparação, uma vez que não passa por fermentação, pode ser designada como uma sobremesa láctea, cujo processo de fabricação é constituído das etapas de preparo da mistura dos ingredientes, tratamento térmico, homogeneização, resfriamento parcial e estocagem sob refrigeração[14]. No caso da umbuzada, não há necessidade do uso de espessantes e gelificantes na formulação, como ocorre nas sobremesas lácteas convencionais, pois o umbu é uma fruta ácida[15], e o baixo pH promove a coagulação da caseína levando ao espessamento do produto, semelhante ao que ocorre no iogurte[16].

O umbu é processado em pequena escala por cooperativas localizadas nas regiões de produção da fruta para produção de doces, compotas, geleias, porém os resíduos são descartados[16]. A utilização de resíduos de frutas pode conferir características sensoriais, nutricionais e funcionais satisfatórias em produtos lácteos, apesar de ainda não ser comum no mercado. Dentre as propriedades nutricionais, produtos lácteos adicionados de subprodutos de frutas apresentam maiores valores de fenólicos totais e fibra alimentar[17]. Além disso, representa uma excelente alternativa para minimizar os impactos ambientais da geração de resíduos agroindustriais e o desperdício de alimentos[18,19]. Não foi encontrada na literatura a utilização de resíduos de umbu na produção de produtos lácteos.

Assim, considerando-se o crescente interesse da indústria em desenvolver novos produtos e a necessidade de pesquisas que busquem agregar valor às frutas pouco exploradas industrialmente no Brasil, como o umbu, o objetivo deste trabalho foi elaborar e avaliar parâmetros físico-químicos e sensoriais de sobremesa láctea tipo umbuzada utilizando a polpa e a farinha dos resíduos do umbu e verificar a influência da adição da farinha nos parâmetros avaliados do novo produto.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Obtenção da polpa e da farinha dos resíduos do umbu*

Foram utilizados umbus no estágio de maturação 'de vez', caracterizados por apresentar cor da casca parcialmente verde escura e polpa de consistência firme, provenientes do município de Uauá (Bahia, Brasil). Os frutos foram selecionados, lavados em água corrente e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 0,2 % v/v por 15 min. O procedimento de obtenção da polpa e da farinha dos resíduos do umbu (casca e semente) foi realizado conforme Xavier et al.[9]. Ambos os produtos foram armazenados em sacos plásticos de polietileno selados e mantidos a -18 ± 2 ºC até formulação das sobremesas lácteas.

### *Elaboração das sobremesas lácteas tipo umbuzada*

Os ingredientes utilizados para formulação das sobremesas lácteas foram leite integral UHT (Leitíssimo, Goiás, Brasil), polpa de umbu, açúcar cristal (União, Pernambuco, Brasil) e a farinha dos resíduos do umbu. As quantidades utilizadas na formulação F1 (sem adição de farinha) seguiu o procedimento descrito anteriormente por Leão et al.[20], demonstrado na Tabela 1. Para a formulação F2, a farinha dos resíduos do umbu foi adicionada à formulação F1 na proporção de 2 % (p/p).

A polpa do umbu foi previamente descongelada sob refrigeração (4 ± 1 ºC) e foi homogeneizada com os demais ingredientes em liquidificador doméstico (Mondial, Brasil) por 1 min à máxima velocidade. As formulações foram submetidas ao tratamento térmico em banho-maria a 75 ºC por 5 min, seguido de envase em recipientes de polipropileno estéreis com tampa (capacidade de 175 mL), em porções de aproximadamente 100 g, e mantidas sob refrigeração (4 ± 1 ºC).

Tabela 1 – Formulação da sobremesa láctea tipo umbuzada.

| **Ingredientes** | **Quantidade** |
|---|---|
| Leite integral UHT | 1 L |
| Polpa de umbu | 1 kg |
| Açúcar cristal | 200 g |

Fonte: Leão et al., 2023[20]

*Determinação de pH, acidez total titulável e cor instrumental*

Para determinação do pH e da acidez total titulável, as amostras foram diluídas em água destilada na proporção de 10 % (p/v) antes das análises, que foram realizadas em triplicata. Os valores de pH das sobremesas foram determinados em potenciômetro (Micronal B474). A acidez total titulável foi determinada por titulação com solução de NaOH a 0,1N e expressa em percentual de ácido lático conforme metodologia analítica do Instituto Adolfo Lutz[21].

A cor instrumental foi analisada em colorímetro (Minolta, CR-400, Osaka, Japão), sendo determinados os parâmetros L*, a* e b*. O parâmetro L* indica a luminosidade, a* define a transição da cor verde (-a) para a cor vermelha (+a) e b* representa a transição da cor azul (-b) para cor amarela (+b). As amostras foram dispostas em placas de petri e as leituras foram realizadas em cinco repetições para cada formulação em posições aleatórias.

Foi determinada a diferença total de cores entre as amostras (∆E*), calculada a partir dos valores de L*, a* e b*, usando a Equação 1[22].

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L*)^2 + (\Delta a*)^2 + (\Delta b*)^2} \quad (1)$$

Onde: ΔL*, Δa* e Δb* são a diferença entre a formulação padrão (F1) e a formulação adicionada da farinha dos resíduos do umbu (F2) em L*, a* e b*, respectivamente.

*Análise sensorial das sobremesas lácteas*

A análise sensorial foi realizada um dia após a produção das sobremesas no Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra – LEAAL, localizado no Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Foram aplicados testes de aceitabilidade e intenção de compra a 100 julgadores não treinados, de ambos os sexos, maiores de 18 anos, recrutados de forma aleatória dentre estudantes, docentes e funcionários. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco sob o n° 59670216.0.0000.5208.

Os julgadores receberam informações quanto ao objetivo do teste, seguido da leitura e preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Posteriormente, os julgadores foram direcionados para as cabines individuais de análise sensorial, e receberam orientações sobre a forma de degustação e o preenchimento da ficha de avaliação. A análise foi realizada à temperatura ambiente e com uso de luz branca artificial.

Cada julgador recebeu 30 mL de ambas as formulações, F1 e F2, a uma temperatura de aproximadamente 10 °C, servidas em ordem balanceada, dispostas em copos plásticos brancos, codificados com números aleatórios de três dígitos. Junto às formulações, foram fornecidos aos julgadores água à temperatura ambiente e a ficha de análise de aceitabilidade e intenção de compra.

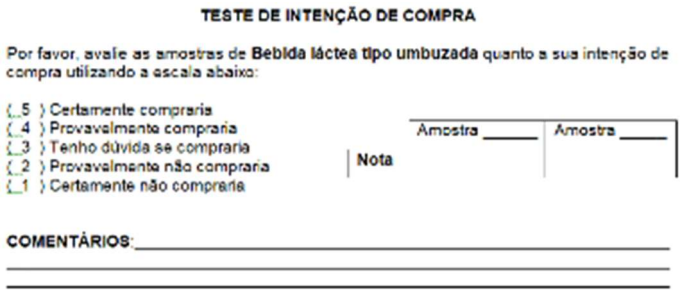
A ficha era composta por uma escala hedônica com 9 categorias, cujo ponto 1 corresponde a “Desgostei extremamente” e o ponto 9 a “Gostei extremamente”, em relação aos atributos sensoriais aparência, aroma, cor, sabor, consistência e impressão global. Na mesma ficha de análise de aceitabilidade, foi investigada a intenção de compra das amostras oferecidas, de acordo com uma escala hedônica de 5 pontos, cuja representação 1 corresponde a “Certamente não compraria” e a 5 a “Certamente compraria”. A ficha utilizada pode ser observada na Figura 1.

**TESTE DE ACEITABILIDADE**

Você está recebendo duas amostras de **Bebida láctea tipo umbuzada**. Após a degustação, atribua notas para cada característica avaliada, de acordo com o seguinte critério:

( 9 ) Gostei extremamente
( 8 ) Gostei muito
( 7 ) Gostei moderadamente
( 6 ) Gostei ligeiramente
( 5 ) Indiferente
( 4 ) Desgostei ligeiramente
( 3 ) Desgostei moderadamente
( 2 ) Desgostei muito
( 1 ) Desgostei extremamente

| | Amostra _____ | Amostra _____ |
|---|---|---|
| **Aparência** | | |
| **Cor** | | |
| **Aroma** | | |
| **Sabor** | | |
| **Consistência** | | |
| **Impressão Global** | | |



**TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA**

Por favor, avalie as amostras de **Bebida láctea tipo umbuzada** quanto a sua intenção de compra utilizando a escala abaixo:

(_5 ) Certamente compraria
(_4 ) Provavelmente compraria
(_3 ) Tenho dúvida se compraria
(_2 ) Provavelmente não compraria
(_1 ) Certamente não compraria

| | Amostra _____ | Amostra _____ |
|---|---|---|
| Nota | | |

**COMENTÁRIOS**:_____

Figura 1 – Ficha de análise sensorial utilizada para avaliação da sobremesa láctea tipo umbuzada

Fonte: Autores, 2025

O índice de aceitabilidade (IA) foi determinado para cada formulação, contabilizando as pontuações entre 6 (Gostei ligeiramente) e 9 (Gostei extremamente) obtidas no teste de aceitação para cada formulação em comparação com o número total de participantes do teste, conforme Equação 2. O produto foi considerado bem aceito quando o índice de aceitabilidade dos atributos foi maior ou igual a 70 %[23, 24].

$$IA = \frac{(N° \, de \, notas \, entre \, 6 \, e \, 9)}{N° \, total \, de \, participantes} \; x \; 100 \qquad (2)$$

*Análise estatística*

Foi aplicado o delineamento em blocos casualizados completos para o teste de aceitação sensorial. Os resultados foram analisados através do teste “t” de *Student* para comparação entre as médias obtidas, em nível de 5 % de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de pH e acidez (Tabela 2) mostraram que ambas as formulações podem ser classificadas como ácidas, com valores de pH menores do que de outros produtos lácteos adicionados de resíduos de frutas já descritos, como por exemplo, sobremesa láctea com subprodutos de tâmara, com pH de 6,29 a 6,46[25], sorvete com farinha de resíduo de uva, com pH = 4,52[26] e iogurte com farinha de semente e casca de maracujá, com pH entre 4,26 e 4,31[27].

Também foi observado que com a adição da farinha dos resíduos do umbu houve um incremento da acidez, com consequente diminuição do pH, comportamento que pode ser atribuído a natureza ácida dos resíduos do umbu. Xavier et al.[9] demonstraram que esta farinha apresenta, em média, 4,96 % de acidez total titulável (expressa em % ácido cítrico) e um pH médio de 3,19. Elevada acidez e baixo pH confere baixa suscetibilidade ao crescimento de microrganismos e pode conferir maior estabilidade e segurança no armazenamento, prolongando a vida útil do produto[28].

Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos das sobremesas lácteas tipo umbuzada das sobremesas lácteas tipo umbuzada padrão (F1) e adicionada da farinha dos resíduos do umbu (F2).

| Parâmetros | Formulações | |
|---|---|---|
| | F1 | F2 |
| pH | 3,10 ± 0,02[a] | 2,63 ± 0,02[b] |
| Acidez total titulável (% ácido lático) | 1,46 ± 0,00[a] | 1,80 ± 0,18[b] |
| L* | 81,19 ± 0,37[a] | 76,37 ± 0,64[b] |
| a* | -6,23 ± 0,07[a] | -3,61 ± 0,14[b] |
| b* | 20,82 ± 0,18[a] | 20,65 ± 0,14[a] |
| ΔE* | 0,00 ± 0,00[a] | 5,51 ± 0,79[b] |

Valores expressos em média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença em nível de 5 % de significância. Fonte: Autores, 2025

Quanto aos parâmetros de cor (Tabela 1), a formulação F2 apresentou menores valores de L* demonstrando que a farinha dos resíduos do umbu conferiu coloração mais escura à sobremesa. Toledo et al.[23] também verificaram menores valores de L* nos iogurtes adicionados de farinha de semente e cascas de maracujá. Os valores negativos de a* mostram variação para a coloração verde, sendo mais intensa na sobremesa F1, cor característica da polpa do umbu.

A temperatura de secagem dos resíduos para a produção de farinha promove a reação de Maillard, que gera compostos de coloração amarronzada[29]. Devido a isso, a formulação F2 apresentou coloração menos esverdeada que a F1 (Figura 2). Em relação à diferença total de cor entre as formulações, o valor de ΔE* avaliado (> 3) indicou que a farinha interferiu na cor da sobremesa, sendo esse valor indicativo que a diferença é perceptível ao olho humano[30].

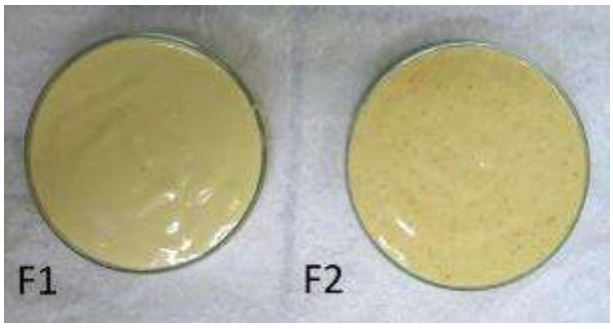



Figura 2 – Aspecto visual das sobremesas lácteas tipo umbuzada padrão (F1) e adicionada da farinha dos resíduos do umbu (F2). Fonte: Autores, 2025

A despeito das características físico-químicas determinadas instrumentalmente, a maneira como os produtos alimentícios são percebidos pelos consumidores é um fenômeno complexo que é influenciado por uma ampla

gama de características e pode ser determinante para o sucesso do produto no mercado[31]. Assim, é de extrema importância realizar a análise sensorial com consumidores quando um novo produto é desenvolvido. Os resultados obtidos da análise sensorial das sobremesas lácteas tipo umbuzada podem ser observados na Tabela 3.

As notas acima de 6 correspondem a parte positiva da escala hedônica, evidenciando a aceitação do produto. Para a formulação F1, as notas foram acima de 6 para todos os atributos, a qual corresponde a "Gostei ligeiramente" na escala hedônica. Este dado é interessante e positivo, pois a maioria dos provadores mencionou que não conhecia o umbu ou nunca havia experimentado a fruta, demonstrando o potencial para consumo da sobremesa láctea tipo umbuzada pela população avaliada. Salgado et al.[32] avaliaram sobremesas lácteas elaboradas com polpa de cupuaçu e também obtiveram boa avaliação sensorial pelos provadores, com notas acima de 6 para sabor e aroma. Estes dados demonstram a potencialidade de frutas exóticas na elaboração de produtos lácteos não fermentados, como a sobremesa láctea.

Tabela 3 – Análise sensorial das sobremesas lácteas tipo umbuzada padrão (F1) e adicionada da farinha dos resíduos do umbu (F2).

| **Atributos** | **Formulações** | |
|---|---|---|
| | **F1** | **F2** |
| Aparência | 7,21 ± 1,60[a] | 6,62 ± 1,76[b] |
| Aroma | 6,29 ± 1,77[a] | 5,70 ± 1,95[b] |
| Cor | 7,00 ± 1,63[a] | 6,52 ± 1,74[b] |
| Sabor | 6,44 ± 2,14[a] | 4,87 ± 2,38[b] |
| Consistência | 7,09 ± 1,61[a] | 6,85 ± 1,95[a] |
| Impressão global | 6,78 ± 1,72[a] | 5,42 ± 2,22[b] |
| Intenção de compra | 3,50 ± 1,21[a] | 2,57 ± 1,32[b] |

Valores expressos em média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença em nível de 5 % de significância. Fonte: Autores, 2025

Em relação à formulação F2, observou-se que a adição da farinha dos resíduos do umbu influenciou nos atributos avaliados, reduzindo significativamente as notas, exceto para consistência, que obteve notas estatisticamente iguais para ambas as formulações, sendo estas acima de 6 (F1 e F2). Ainda assim, a F2 foi bem aceita para aparência e cor, com notas acima de 6 para estes atributos. De fato, pode-se observar na Figura 1 que a adição da farinha de resíduos do umbu, na proporção utilizada, exerceu pouca diferença no aspecto visual em relação a F1, não influenciando na redução da aceitação pelos julgadores.

No entanto, as notas para aroma, sabor e impressão global da formulação F2 foram menores que 6, sendo o sabor o atributo mais impactado. Este dado pode ser resultado da maior acidez do produto conferida pela adição da farinha de resíduos do umbu, conforme demonstrado anteriormente. Associado a este

fato, ressalta-se que o umbu é uma fruta ácida, mesmo quando está no estágio de maturação mais avançado, como revela o estudo de Costa et al.[15], no qual foi encontrado percentual de acidez total titulável (expressa em % ácido cítrico) entre 1,01 e 2,72 % e pH entre 2,08 e 2,28 nos frutos avaliados.

Sendo assim, a utilização da polpa e da farinha de resíduos do umbu na elaboração do produto proporcionou uma acidez mais acentuada. Porém, o sabor ácido geralmente causa aversão ao consumo, especialmente em indivíduos não acostumados a esse sabor. Ogliari e Novello[33] observaram que o sabor azedo/ácido foi um dos parâmetros específicos avaliados iogurtes de coco que penalizaram negativamente a aceitação do produto. Por outro lado, no estudo de Jaumbocus et al.[34], o sabor residual frutado e doce de uma infusão com frutas exóticas contribuiu para uma melhor aceitação geral pelos avaliadores.

A literatura mostra que ainda é um desafio desenvolver produtos lácteos adicionados de subprodutos de frutas com melhores características sensoriais e bem aceitos. Foram relatados problemas sensoriais associados ao uso de subprodutos nesses alimentos, principalmente devido aos sabores desagradáveis, relatados como ácido, adstringente, amargo ou salgado, inerentes aos fitoquímicos presentes nas plantas, especialmente em cascas, bagaço e sementes.

O bagaço de uva usada em vinho branco e tinto, por exemplo, aumentou a adstringência, a fibrosidade, a friabilidade e também a percepção ácida quando adicionado em queijo[15]. No estudo de Jridi et al.[25], o qual analisou o efeito da adição de subprodutos de tâmaras desidratados em sobremesa láctea, a maioria dos consumidores não apreciou a adstringência intensa conferida nas formulações que continham mais farinha de resíduo da tâmara. Porém, o aumento na quantidade de xarope na formulação levou à redução do sabor adstringente no produto final. Assim, no caso da sobremesa láctea tipo umbuzada, o incremento positivo no sabor pode ser obtido adicionando açúcar à formulação em proporção maior a que foi utilizada na formulação, melhorando a palatabilidade do produto de forma a promover melhor aceitação pelo consumidor.

Avaliando o índice de aceitabilidade das sobremesas (Figura 3a), foi verificado que a formulação F1 foi a mais aceita pelos julgadores, atingindo índices acima de 70 % para os atributos aparência, cor, sabor, consistência e impressão global. A formulação F2 obteve índices acima de 70 % para os atributos aparência, cor e consistência. Estes percentuais demonstram que a sobremesa láctea sem adição de farinha foi bem aceita pelos julgadores. Em relação à intenção de compra das sobremesas (Figura 3b), os dados corroboram que a formulação F1 foi a mais aceita, pois obteve os maiores percentuais nas categorias “Provavelmente compraria” e “Certamente compraria” (57,54 %), com notas entre 3 e 5, demonstrando o potencial para comercialização do novo produto.

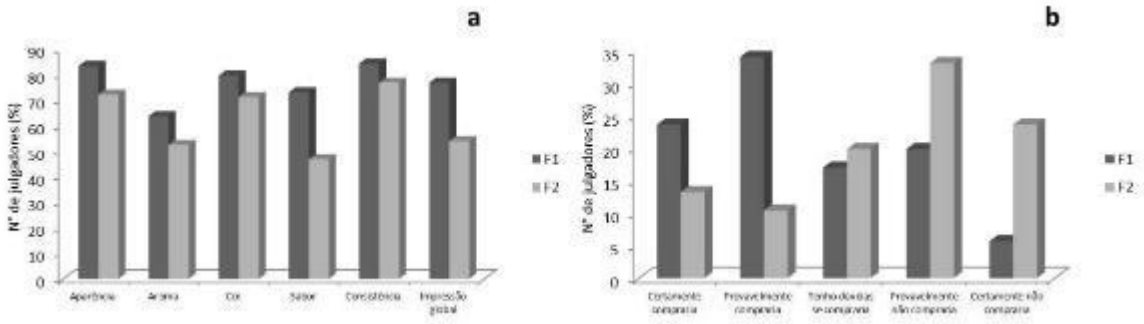



Figura 3 – Índice de aceitabilidade (a) e intenção de compra (b) das sobremesas lácteas tipo umbuzada padrão (F1) e adicionada da farinha dos resíduos do umbu (F2).
Fonte: Autores, 2025

## CONCLUSÕES

O aproveitamento do umbu sob a forma de sobremesa láctea tipo umbuzada apresentou-se como alternativa viável para utilização da fruta, apresentando potencial mercadológico, o que pode ser uma alternativa para geração de renda para as comunidades extrativistas. A incorporação da farinha influenciou nos parâmetros de pH, acidez e cor e reduziu a aceitação sensorial do produto, impactando em atributos chave como aroma, sabor e impressão global, bem como na intenção de compra, possivelmente pelo aumento da acidez conferida pela farinha. Esses resultados enfatizam o potencial para comercialização da sobremesa láctea tipo umbuzada, mesmo entre consumidores não familiarizados com o umbu, e reforça que há a necessidade de mais estudos visando otimizar a utilização de resíduos de alimentos em produtos lácteos, dados os benefícios para a saúde já relatados e a contribuição na redução de desperdícios na cadeia alimentar, bem como para diversificar a oferta de produtos lácteos no mercado.

## REFERÊNCIAS

1. Cavalcante VRS, et al. A importância do umbuzeiro (Spondias tuberosa Arruda Cam.) na medicina popular do nordeste brasileiro: uma revisão de literatura. Cad Cajuína. 2025;10(2):e1008.
2. Rodrigues NL, et al. Nutritional and biological attributes of Spondias tuberosa (Umbu) fruit: An integrative review with a systematic approach. J Food Compos Anal. 2024;130:106196.
3. Saraiva MMT, et al. Impact of freezing-thawing and osmotic dehydration as pretreatments on the convective drying of umbu slices (Spondias tuberosa Arr. Cam.): mathematical modeling and evaluation of physical quality parameters. Appl Food Res. 2025;101038.
4. Oliveira AVM, Sousa AM, Rolim PM. Potencialidades do umbu (Spondias tuberosa Arr.) e cajá (Spondias mombin L.): evidências para promoção da biodiversidade alimentar. Nutr Brasil. 2024;23(2):888–911.
5. Romero-Martínez M, Andrade-Pizarro R, De Paula C. Functional compounds in tropical fruit processing by-products and intrinsic factors affecting their composition: A review. Curr Res Food Sci. 2025;101028.
6. Ribeiro LO, et al. Umbu fruit peel as source of antioxidant, antimicrobial and α-amylase inhibitor compounds. Molecules. 2022;27(2):410.

7. Freitas JS, et al. Spondias tuberosa and Spondias mombin: Nutritional composition, bioactive compounds, biological activity and technological applications. Resources. 2024;13(5):68.
8. Cangussu LB, et al. Chemical characterization and bioaccessibility assessment of bioactive compounds from umbu (Spondias tuberosa A.) fruit peel and pulp flours. Foods. 2021;10(11):2597
9. Xavier VL, et al. Nutritional and technological potential of Umbu (Spondias tuberosa Arr. Cam.) processing by-product flour. An Acad Bras Ciênc. 2022;94.
10. Silva MA, et al. Melon peel flour: Utilization as a functional ingredient in bakery products. Food Funct. 2024;15(4):1899–908.
11. Resende LM, Franca AS. Flours based on exotic fruits and their processing residues—features and potential applications to health and disease prevention. In: Preedy VR, Watson RR, Patel VB, eds. Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention. Academic Press; 2019. p. 387–401.
12. Melini V, et al. Functional ingredients from agri-food waste: Effect of inclusion thereof on phenolic compound content and bioaccessibility in bakery products. Antioxidants, 2020; 9(12), 1216.
13. Lima AKVO, et al. Utilização de umbuzadas formuladas com palma forrageira, Opuntia ficus indica Mill, na merenda escolar. Rev Verde Agroecol Desenvolv Sustent. 2012;7(3):13.
14. Souza NT, et al. Chemical and physical modification of corn starch and application in cupuassu and babassu dairy dessert. J Eng Exact Sci. 2024;10(2):18452.
15. Costa C, et al. Influence of different by-products addition on sensory and physicochemical aspects of Primosale cheese. J Food Sci Technol. 2018;55:4174–83.
16. Dussault-Chouinard I, Britten M, Pouliot Y. Improving rennet coagulation and cheesemaking properties of reverse osmosis skim milk concentrates by pH adjustment. Int Dairy J. 2019;95:6–14.
17. Batista FRC, et al. O umbuzeiro e o semiárido brasileiro. Campina Grande: INSA; 2015. 72 p.
18. Trigo JP, et al. High value-added compounds from fruit and vegetable by-products–Characterization, bioactivities, and application in the development of novel food products. Crit Rev Food Sci Nutr. 2022;60(8):1388–416.
19. Nirmal NP, et al. Valorization of fruit waste for bioactive compounds and their applications in the food industry. Foods. 2023;12(3):556.
20. Leão VLXS, et al. Influência do tratamento térmico na vida de prateleira de sobremesa láctea adicionada da polpa e da farinha dos resíduos do processamento do umbu. In: Anais do II SICITAL: Alimentos e Saúde. Diamantina: UFVJM; 2023.
21. Instituto Adolfo Lutz (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL; 2008 (citado 2025 jul 15). Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf
22. Francis FJ, Clydesdale FM. Food colorimetry: theory and applications. 1975.
23. Teixeira E, Meinert EM, Barbetta PA. Análise sensorial de alimentos. Florianópolis: Editora da UFSC; 1987. p. 66–119.

24. Toledo NMV, et al. Influence of pineapple, apple and melon by-products on cookies: Physicochemical and sensory aspects. Int J Food Sci Technol. 2017;52(5):1185–92.
25. Jridi M, et al. Tunisian date (Phoenix dactylifera L.) by-products: Characterization and potential effects on sensory, textural and antioxidant properties of dairy desserts. Food Chem. 2015;188:8–15.
26. Nascimento EA, Melo EA, Lima VLAG. Ice cream with functional potential added grape agro-industrial waste. J Culinary Sci Technol. 2018;16(2):128–48.
27. Toledo NMV. Aproveitamento de subprodutos da industrialização do maracujá para elaboração de iogurte (dissertação). São Paulo: Universidade de São Paulo; 2013. 129 p.
28. Reis DS, et al. Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas. Braz J Food Technol. 2017;20:e2015083.
29. Theagarajan R, et al. Valorisation of grape pomace (cv. Muscat) for development of functional cookies. Int J Food Sci Technol. 2019;54(4):1299–305.
30. Bodart M, et al. Photometry and colorimetry characterisation of materials in daylighting evaluation tools. Build Environ. 2008;43(12):2046–58.
31. Hernández-Carrión M, et al. Persimmon milkshakes with enhanced functionality: Understanding consumers' perception of the concept and sensory experience of a functional food. LWT Food Sci Technol. 2015;62(1):384–92.
32. Salgado H, et al. Dessert made from cupuassu fruit on eastern Amazon: preparation and shelf life. J Food Process Preserv. 2013;37(5):391–8.
33. Ogliari R, Novello D. Avaliação de iogurte de coco baseado na perspectiva do consumidor: influência das informações do produto sobre o perfil sensorial. Res Soc Dev. 2021;10(2):e53210212582.
34. Jaumbocus WB, et al. Novel infusions from underutilized exotic fruits: Sensory analysis and consumer acceptance. Int J Gastronomy Food Sci. 2024;38:101014.

# PROCESSAMANETO E ANÁLISE SENSORIAL DE BARRA DE CHOCOLATE DE CUPUAÇU (*Theobroma grandiflorum*)

# PROCESSING AND SENSORY ANALYSIS OF CUPUAÇU CHOCOLATE BAR (*Theobroma grandiflorum)*

**DOI: 10.65747/conali2025v2c13**

**Karine Patrícia Silva Vieira[1]; Marcia Larissa Pinto Alves[2;] Maria Lita Padinha Corrêa Romano[3]; Luane Neres de Souza[4]**

[1]Estudante do Curso de Agronomia- Ibef – UFOPA; E-mail: vieirakarine1301@gmail.com; [2]Estudante do Curso de Agronomia- Ibef – UFOPA; E-mail: marcialarissaalves99@gmail.com; [3]Docente/pesquisador do Depto de Agronomia –Ibef– UFOPA; [4]Estudante do Curso de Agronomia- Ibef – UFOPA; E-mail: luh122neres@gmail.com;

**Resumo:** O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum)* tem grande potencial econômico, sendo utilizado para fins fármacos, culinária e cosméticos, no entanto as sementes costumam ser descartadas após a retirada da polpa. Portanto, realizou-se o processamento, confecção, análise sensorial e aceitabilidade, e barras de chocolate das amêndoas do cupuaçu com diferentes formulações. Analisou-se os atributos sensoriais de duas amostras de chocolate, uma ao leite e outra meio amargo, como aroma, cor, sabor, intensidade do sabor, equilíbrio do sabor, textura, consistência, sensação tátil e classificação utilizando respostas qualitativas, e os atributos de aceitabilidade foram analisados o sabor, cor, aparência, aroma, doçura e textura por 79 voluntários, não treinados, com escala hedônica de 5 pontos. Utilizou-se o teste Qui Quadrado de Pearson e considerou-se $p<0,05$ para a análise sensorial e adotou-se a moda no teste de aceitabilidade. Os resultados demonstraram diferenças estatísticas significativas entre as variáveis de sabor, intensidade do sabor e classificação geral das amostras do chocolate. Não apresentou significância estatística entre as variáveis de aroma, cor, equilíbrio de sabor, textura, sensação tátil e consistência. Na aceitabilidade, o chocolate ao leite quando comparado ao chocolate meio amargo, obteve melhor aceitação nas variáveis de sabor (5, 4) e doçura (5, 3). Além disso, 45,6% dos voluntários estariam dispostos a comprar o chocolate ao leite se estivesse disponível no mercado. Conclui-se que a utilização do cupuaçu para o processamento e confecção da barra de chocolate da sua amêndoa é uma alternativa viável para o mercado, propiciando uma opção de renda para os produtores locais da região amazônica.

**Palavras–chave:** aceitabilidade; cupuaçu; produtos amazônicos

**Abstract:** Cupuaçu *(Theobroma grandiflorum)* has great economic potential, being used for pharmaceutical, culinary, and cosmetic purposes. However, the seeds are often discarded after the pulp is removed. Therefore, the processing, manufacturing, sensory analysis, and acceptability of the seeds were performed, and chocolate bars with different formulations were created from the cupuaçu nuts. The sensory attributes of two chocolate samples, one milk and the other semi-sweet, were analyzed, such as aroma, color, flavor, flavor intensity, flavor balance, texture, consistency, tactile sensation and classification using qualitative responses, and the acceptability attributes were analyzed:

flavor, color, appearance, aroma, sweetness and texture by 79 untrained volunteers, with a 5-point hedonic scale. Pearson's chi-square test was used, considering $p<0.05$ for the sensory analysis, and the mode was adopted for the acceptability test. The results demonstrated statistically significant differences between the variables of flavor, flavor intensity, and overall rating of the chocolate samples. There was no statistical significance between the variables of aroma, color, flavor balance, texture, tactile sensation, and consistency. Regarding acceptability, milk chocolate, when compared to semisweet chocolate, obtained better acceptance in the flavor (5.4) and sweetness (5.3) variables. Furthermore, 45.6% of the volunteers would be willing to purchase milk chocolate if it were commercially available. It is concluded that the use of cupuaçu for processing and making chocolate bars from its almonds is a viable alternative for the market, providing an income source for local producers in the Amazon region.

**Keywords:** acceptability; cupuaçu; Amazonian products

## INTRODUÇÃO

O cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) está entre uma das espécies nativas da Amazônia e destaca-se como uma das mais apreciadas e consumida pelos habitantes da região. Além disso, é uma das frutas considerada de grande potencial comercial principalmente nos mercados da região Sudeste do Brasil e dos países europeus. A polpa e a semente são importantes para o desenvolvimento de produtos industriais[1].

Este fruto possui um grande potencial econômico e social e pode ser encontrado em diversas variações. As variedades de cupuaçu existente são: o cupuaçu-redondo, de extremidade redonda; o cupuaçu mamorama, de extremidade longa; e o cupuaçu mamau sem sementes[2]. É um fruto de polpa branca e carnuda, sendo muito apreciada na culinária, utilizada no preparo de sucos, doces, cremes, pudins, bolos, entre outros. A casca, dura e de cor marrom, pode ser aproveitada no artesanato. E as sementes, apesar de constituírem cerca de 20% do fruto e possuírem alto valor nutritivo, costumam ser descartadas após a retirada da polpa, causando impacto ambientais negativos[3].

Todavia, a semente do cupuaçu também conhecida como amêndoa do cupuaçu pode ser aproveitada, pois conta com uma composição química da manteiga, que chega a ser comparada à de semente de cacau que podendo ser utilizada para fins fármacos, culinárias e cosméticos. Por exemplo, a cada 100 kg de sementes frescas, são obtidos 45,5 kg de sementes secas, 42,8 kg de sementes torradas e 31,2 kg de amêndoas sem casca, destas, pode-se obter 13,5 kg de manteiga[4]. Assim como, pode ser utilizado para produção do Cupulate (chocolate de cupuaçu) que contribui para o aproveitamento integral do fruto. Neste contexto, as sementes do cupuaçu, depois de secas, são utilizadas na fabricação de chocolate branco ou “cupulate”. Vale ressaltar que, a amêndoa do cupuaçu contém características similar às do cacau abrangendo composição em aminoácidos[5]. Estudando amêndoas de cupuaçu e cacau, encontrou-se que o valor biológico das amêndoas de cupuaçu é significativamente superior ao do cacau, sugerindo que produtos à base de suas sementes sejam testados visando, principalmente o consumidor infantil[6]. As amêndoas frescas do cupuaçu representam entre 17-18 % do peso do fruto, as quais, depois de secas, representam 45,5% do peso fresco.

Na ótica dessa problemática, o presente estudo tem como foco ao processamento e confecção de barras de chocolate de cupuaçu, mas especificamente no aproveitamento da semente do cupuaçu no município de Santarém, estado do Pará,

para produção de cupulate destacando os benefícios ambientais através do aproveitamento da semente, bem como, pode promover a geração de renda e inclusão social, oferecendo oportunidades de renda para comunidades locais, promovendo o desenvolvimento econômico e social das regiões produtoras. E este estudo pretende também responder os seguintes questionamentos: a utilização da semente do cupuaçu pode ser processada para confeccionar barra de chocolate, um produto similar ao chocolate de cacau? Será que, esse tipo de chocolate terá aceitabilidade do consumidor?

Para tanto, lança-se as hipóteses: a utilização da semente do cupuaçu é viável de processamento e confecção de barras de chocolate de cupuaçu e é um produto semelhante ao chocolate de cacau, pois cupuaçu é rico em vitamina C, antioxidantes e lipídios, em quantidades superiores ao cacau, o que confere ao chocolate de cupuaçu uma melhor qualidade nutricional em relação ao chocolate tradicional, tal como, o chocolate de cupuaçu pode ser aceito pelo consumidor, principalmente quando este conhece sua origem, propriedades e potencial de uso.

Assim, o estudo justifica-se, quando busca realizar o processamento, confecção, análise sensorial e aceitabilidade, e barras de chocolate de cupuaçu em diferentes composições, por ser um fruto de fácil acessibilidade na região amazônica e com produtividade estável, uma vez que, a sua produção tem ganhado destaque como alternativa regional e sustentável ao chocolate tradicional, sendo essa uma alternativa de grande importância para geração de renda nas comunidades rurais e ribeirinhas, especialmente as paraenses têm movimentado sua economia com essa produção, principalmente nas regiões de Tomé-Açu, Altamira e Marajó[7]. Evidencia-se que, o processamento aproveita uma parte da fruta que seria descartada, de forma que a população se beneficie com emprego e renda para pequenos produtores, promovendo a utilização integral dos recursos amazônicos[8].

**Cupuaçu**

O cupuaçuzeiro, cupuaçueiro ou cupuaçu (Theobroma grandiflorum) é a segunda mais importante espécie econômica do gênero Theobroma. E se dissemina na bacia amazônica concentrando sua produção e comercialização nos estados do Acre, Amazonas, Maranhão, Pará e Rondônia[9]. Conhecido por seu sabor incomparável e com bastante propriedades nutritivas esse fruto apresenta três tipos de variedades, tais como: cupuaçu-redondo (extremidade arredondada, pesando em média 2,5 kg – é o mais comum); cupuaçu-mamorama (extremidade alongada, pesando em média 2,5 kg); e cupuaçu-mamau (não apresenta sementes, formato redondo). O Estado do Pará se destaca com um dos maiores produtores de cupuaçu com uma produção anual média de 1,6 milhão de toneladas em uma área de 224 mil hectares[10]. No ano de 2017 o supracitado estado teve uma produção de 4.965 toneladas, com aproximadamente 1.726 mil unidades plantadas.

Da família *Sterculiaceae*, a árvore do cupuaçu pode chegar à altura de 15 m e o diâmetro de copa pode atingir de 6 a 8 m, amplamente cultivada em estados como Maranhão, Pará, Rondônia, Amapá; Acre e Roraima. Sua espécie é tricômica, cada ramo se dividindo em três, e suas folhas, quando novas, apresentam cor rósea e, em seu estágio final, atingem a tonalidade verde-escura, com comprimento de 25 a 30 cm, por 10 a 15 cm de largura[12].

O fruto cupuaçu, também chamado de cupu, mede de 12 a 25 cm de comprimento e 10 a 12 cm de diâmetro, apresentando em média peso de 1,0 kg, 30% de polpa e 35 sementes[12]. O número de sementes por fruto é variado, entre 20 a 50, envolto por uma polpa creme, do fruto se extrai a polpa que é utilizada na preparação de suco que é muito popular e peculiar[4]. O fruto do cupuaçu é composto de 38% de polpa, 17% de sementes frescas, 2% de placenta e 43% de casca. O rendimento da polpa varia de acordo com o tamanho do fruto, genótipo, localidade de produção e período de colheita[13].

A semente e a casca cupuaçu geralmente são destinadas de maneira incorreta no meio ambiente. Pois, o seu aproveitamento na indústria ainda é bastante restrito. Embora, tanto a semente, quanto a casca ofereça inúmeros benefícios ambientais, sociais e econômico. A casca por exemplo tem um potencial para ser usada de diversas formas, incluindo geração de energia, adubo orgânico e biossolventes. Acerca disso, a casca do cupuaçu por possuir teores de potássio, ferro, manganês e outros nutrientes pode ser utilizado como mistura de adubo orgânico, assim como, pode ser utilizado para geração de energia e biossolventes[4].

O cupuaçu já é consumido há muito tempo pelos povos indígenas. Porém, ganhou destaque nacional e internacional a partir da expansão agrícola, sendo utilizado em diversas receitas e produtos[14]. E sua potencialidade vai além de seu sabor marcante rico em vitaminas A, B1, B2 e C, além de minerais como cálcio, fósforo e selênio, o fruto é um verdadeiro aliado para a saúde. Suas propriedades antioxidantes ajudam a combater os radicais livres, promovendo o bem-estar e retardando o envelhecimento celular. Neste contexto, a manteiga de cupuaçu, por possuir ácidos graxos em sua composição, apresenta elevado poder de umectação e emoliencia, proporcionando benefícios para a pele, que incluem a recuperação da umidade e elasticidade natural[9].

Além da manteiga, que é extraída da semente do cupuaçu, a semente também está sendo usada para a produção do cupulate (chocolate de cupuaçu), que é um produto de alto valor nutritivo e com muita aceitabilidade pelo consumidor por ser semelhante ao chocolate tradicional. O “cupulate” é um produto com características nutricionais e sensoriais muito próximas às do chocolate cujo, custo de produção é menor que a manteiga de cacau[4].

**Preparo das sementes de Cupuaçu para o cupulate**

Primeiramente as sementes de cupuaçu são colhidas após a abertura da fruta e são selecionadas as sementes sadias e livres de impurezas. Após isso, a semente precisa ser preparada e inicia com o despolpamento da semente, depois passa pelo processo de fermentação, secagem e forneamento para obtenção da amêndoa. Nesse contexto, as sementes de cupuaçu provenientes do despolpamento da fruta, sem incorporação de água, são postas para fermentar no mesmo dia em que se processa a separação da polpa. E acrescenta ainda que, as sementes devem ser colocadas em caixas de madeira com capacidade para 80 kg. Bem como, é necessário descansar por 24 horas, à uma temperatura ambiente e ao abrigo da chuva[15].

O processo de fermentação é fundamental para que a semente desenvolva o sabor e perda a acidez. As sementes são fermentadas por um período, que pode variar de acordo com a receita e o tipo de fermentação desejada. Após transcorridas 48 h do

início da fermentação, mistura-se ao material nova solução de açúcar na mesma concentração, proporção e temperatura da primeira. Devem ser feitos revolvimentos das sementes nas caixas, duas vezes ao dia, em que a fermentação termina entre o quinto e o sétimo dia [15].

Após o processo de fermentação, as sementes são secas para reduzir o teor de umidade, esse processo pode ser feito ao sol ou por meio de estufa. Sobre esse processo, concluída a fermentação, as sementes lavadas, secas ao sol, torradas em estufa a 150° C e descascadas, constituem a matéria-prima para o preparo do cupulate[15]. Depois de fermentadas, secas, torradas e moídas, geram um produto de sabor e textura semelhante aos do chocolate convencional, mas livre de cafeína e teobromina[16].

**Composição Físico-Químico das sementes de cupuaçu**

O processo de fermentação das sementes de cupuaçu envolve mudanças físico-químico, como alteração do pH, teor de açucares, composto fenólicos e produção de ácidos e álcool. O acompanhamento físico-químico do processo fermentativo das sementes deve ser feito diariamente para determinar a temperatura e acidez[15]. Para produção de cupulate o cupuaçu, como o cacau, sofre diversos processos físico-químicos na conversão da semente para o derivado final. Vale ressaltar que as mudanças físico-químico são primordiais para a evolução do sabor e aroma característicos do produto fermentado[17.] E durante o processo de fermentação, ocorrem alterações físicas, químicas e bioquímicas na semente, levando à formação dos chamados “precursores de aroma e sabor” [18].

Vale ressaltar que, uma análise física importante que deve ser observada é a textura, pois o processo de fermentação pode alterar a textura das sementes, tornando as sementes mais macias e fácil de processar. Porém, a cor da semente também pode alterar durante a fermentação, por causa das reações químicas e enzimáticas. Com relação a análise química o pH é um parâmetro muito importante a ser observado também, já que o pH das sementes tende a diminuir durante a fermentação, em recorrência a produção de ácido acético e ácido lático. Além disso, tanto as sementes quanto as amêndoas do cupuaçu têm ótima composição de aminoácidos, além de elevado valor nutritivo[19].

**Processamento e Confecção do Cupulate**

Na década de 1990 a Embrapa Amazônia oriental se destacou, iniciando os primeiros testes com as sementes de cupuaçu, aproveitando-as para a confecção de um chocolate similar ao de cacau, o que representou o pioneirismo na inovação e na valorização dos recursos da Amazônia. O cupulate produto semelhante ao chocolate, é obtido a partir das amêndoas do cupuaçu, e foi desenvolvido e patenteado na década de 1980 pela Embrapa Amazônia Oriental, do estado do Pará[20]. Nesse sentido, “o cupulate apresenta características sensoriais semelhantes às do chocolate, sendo uma alternativa viável para o aproveitamento integral do cupuaçu”[15].

No processo de produção do cupulate, as amêndoas do cupuaçu passam por beneficiamento até adquirirem as mesmas características do chocolate derivado do cacau. E o melhor, do processo podem surgir o cupulate em pó ou o cupulate em barra (tablete). Portanto, o “cupulate pode ser apresentado em barra ou pó, nos sabores ao leite, meio amargo e branco”[20].

O cupulate é um produto similar ao chocolate, porém é feito com sementes de cupuaçu em vez de cacau. O processo de produção do cupulate envolve fermentação e torrefação das sementes, após isso é feito a moagem, resultando em um pó ou pasta que pode ser usado para fazer barras, bebidas ou outros produtos. Após o processo de torração e descascamento das sementes, procede-se a prensagem para fazer um desengordura mento parcial[15].

O processamento e confecção das barras de chocolate de cupuaçu inclui várias etapas, como: extração e preparo das sementes, secagem e torrefação, moagem e processamento adicional. Para o processamento do cupulate em pó é necessário que se adicione açúcar comum. Nesse sentido, após a moagem é adicionado ao pó 10% de açúcar comum em relação ao seu peso final[15].

O processo de confecção das barras de chocolate de cupuaçu precisa que as amêndoas sejam prensadas para extração da manteiga e, posterior a isso é que se formula a massa para o preparo dos tabletes. E é através da prensagem que se cria a formulação da massa para confecção dos tabletes de chocolate de cupuaçu[15].

Para essa confecção da barra de chocolate de cupuaçu é necessário fazer a moldagem, para isso utiliza-se fôrma para facilitar sua remoção. Contudo, após atingir a textura característica de chocolate, o produto é colocado em uma fôrma para moldagem em forma de tablete. Outro fator importante a ser levado em consideração é a temperatura, que precisa ser ambiente. E para colocar na fôrma o chocolate precisa estar resfriado até 10 °C, deixados em uma temperatura ambiente e posterior a isso estará pronto para ser embalados[15].

**Análise Sensorial**

Análise sensorial da semente de cupuaçu, demonstra características distintas em relação à cor, aroma, sabor e textura. E isso é fundamental para produção do cupulate de qualidade, já que, são as características sensoriais distintas que o diferenciam do chocolate tradicional. Essa análise ocorre por meio de uma avaliação das características sensoriais através de teste com provadores. Dessa forma, avaliação sensorial são realizadas por degustadores selecionados ao acaso. Esses testes objetivam saber a aceitação do produto, bem como, identificar possíveis alterações sensoriais decorrentes de processo como torração e fermentação[15].

Para melhor avaliação se utilize uma ficha de avaliação contendo escala hedônica estruturada em 9 pontos com graus de gostar e desgostar[21]. É importante evitar no teste sensorial pessoas que “não gostam de chocolate “ou que “gostam muito” de chocolate, a fim de se eliminar tendências extremistas de preferência[15]. Para maior

eficácia da análise sensorial é importante que no ato da entrega do questionário, se entregue também uma amostra do chocolate de cupuaçu visando avaliar melhor a aceitabilidade do produto[22].

Neste sentido, para que a análise sensorial seja mais precisa é recomendado que os provadores tenham experiência em consumir produtos como chocolate. Cabe mencionar que, a supracitada análise é fundamental para avaliar a qualidade final do produto, como por exemplo o cupulate, assim como, auxilia determinar a preferência do consumidor, assegurando que o produto final seja aceito no mercado.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Área de Estudo

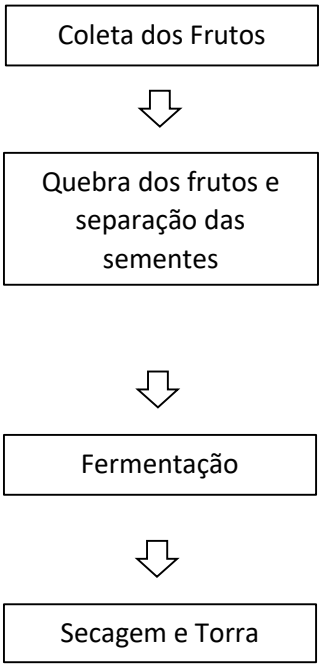
A pesquisa foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal, o qual está inserido ao Instituo de Biodiversidade e Florestas (IBEF) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), campus Santarém-PA, no mês de abril de 2025. Para a produção das barrinhas de chocolate de cupuaçu, utilizou-se amêndoa, açúcar, manteiga de cupuaçu e leite em pó, adquiridos em comércios locais, já os frutos de cupuaçu foram adquiridos na Vila comunidade Suruacá pertencente a reserva extrativista Tapajós- Arapiuns, no estado do Pará. A comunidade do Suruacá é uma das maiores da RESEX Tapajós/Arapiuns, uma unidade de conservação de uso sustentável situada entre a margem esquerda do Rio Tapajós e a margem direita do Rio Arapiuns, numa área total de 647.610,74 ha[23]. A referência de sua localização tem as seguintes coordenada geográfica 55º 10'02,7”W de longitude e 2º.40'59,9”S de latitude, bem no meio do território da RESEX, limítrofe das comunidades do Parauá e Paricatuba (Figura 1). A comunidade de Suruacá, foi fundada em 1910 por Antônio Juvenal de Melo e possui aproximadamente 127 famílias e 486 habitantes[23].

Figura 15- Mapa da Localização da Comunidade do Suruacá

Fonte: Autora, 2025

### 3.2 Levantamento de dados

Os levantamentos de dados que norteiam a pesquisa são um levantamento de informações bibliográficas sendo elas fontes primarias e secundarias. E uma pesquisa experimental foi desenvolvida Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal, do Instituo de Biodiversidade e Florestas (IBEF) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). As principais etapas envolvidas na pesquisa experimental estão apresentadas esquematicamente na Figura 2.



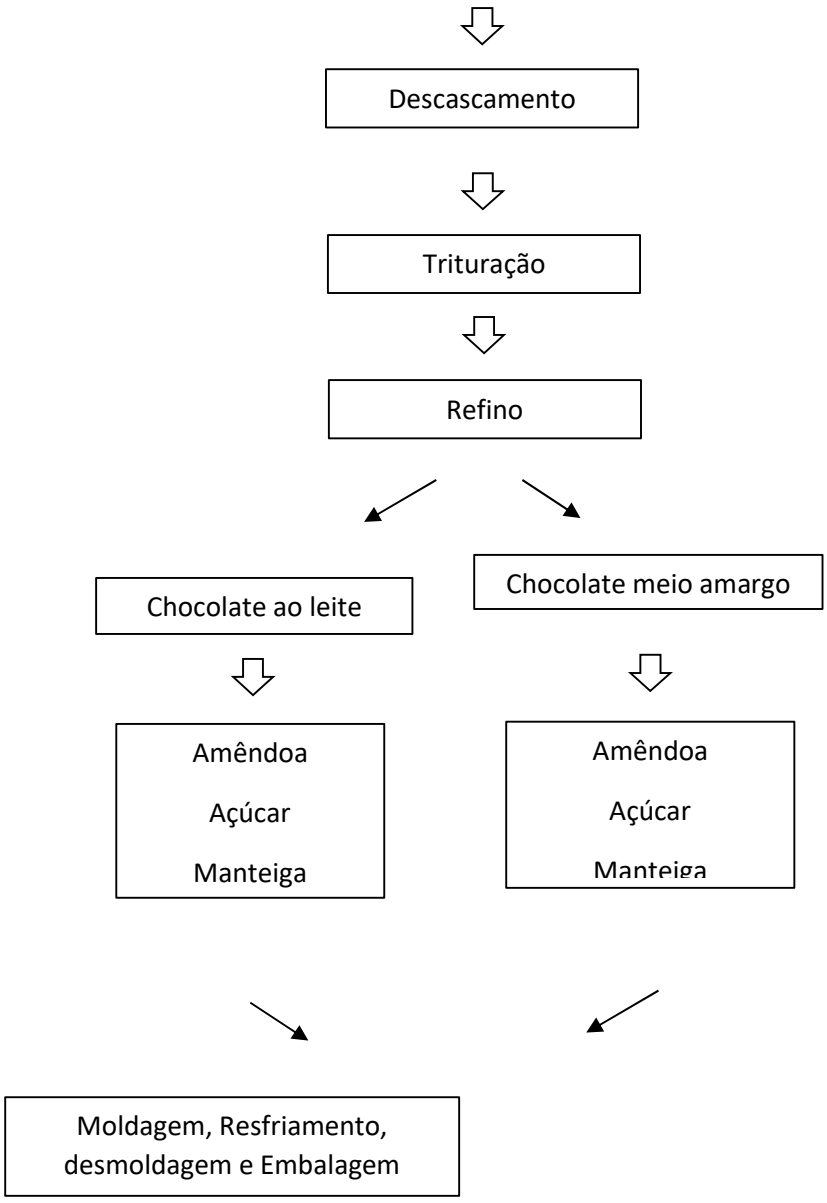



Figura 16- Fluxograma da metodologia aplicada na confecção das barras de chocolate de cupuaçu

Fonte: Autora, 2025.

### 3.3 Processamento dos frutos

#### 3.3.1 Coleta dos frutos

Os frutos devem ser coletados de acordo com o grau ideal de maturação, ou seja, quando estiverem atingidos o teor de açúcar adequados. Nesse caso, o indicado é coletar o cupuaçu quando cair espontaneamente da planta, já no chão, apresentando

aroma agradável e característicos. Nesse processo foram utilizadas duas sacas de fibra de 40kg com frutos de cupuaçu inteiros.

### 3.3.2 Quebra dos frutos e separação das sementes

Os frutos devem ser quebrados para a retirada das sementes que se encontram cobertas pela polpa mucilaginosa branca. Foram utilizados cerca de 8 kg de sementes do fruto, o que foi resultado do despolpamento manual auxiliado por tesouras, sendo deixado uma pequena parte da polpa aderida ao fruto, para facilitar a fermentação.

### 3.3.3 Fermentação

Após a retirada das sementes, estas são destinadas ao processo de fermentação, em que se inicia na polpa mucilaginosa envolvendo o fruto, propiciando a atividade microbiana. A interferência dos microrganismos provoca a morte do embrião, possibilitando a incorporação do aroma e sabor característico do chocolate. Nesse processo, foram utilizadas caixas de plástico com tampa, não herméticos, o que contribuiu para a retenção do calor essencial para a fermentação das sementes, decorrendo durante 14 dias. Além de que, esse material foi revolvido algumas vezes durante o processo para uniformizar a fermentação como demonstrado na Figura 3.

Figura 3- Caixa plástica adaptada para a fermentação das sementes

Fonte: Autora, 2025.

### 3.3.4 Secagem e torra

O processo inicia-se logo após a fermentação, a fim de reduzir o teor de umidade, diminuir a acidez e suspender o poder fermentativo dos microrganismos. Nessa etapa, podemos obter o produto definido como amêndoa, pois terá passado pela fermentação e secagem, adquirindo propriedades características do chocolate como aroma, sabor e cor. Foi utilizado o forno industrial, eficiente para maiores quantidades, permitindo a automação e uniformidade da secagem, e a estufa de indução que permite o controle eficiente da temperatura, em que ambos obtiveram êxito na redução da umidade das sementes. Foram dispostas em bandejas metálicas, a uma temperatura de 120°C no

forno industrial com duração de 3 horas (Figura 4A), enquanto na estufa de indução iniciou com uma temperatura de 60°C até atingir 105°C, com duração de 13 horas (Figura 4B).

Figura 4- Secagem em forno industrial (A) e Secagem em estufa de indução (B).

Fonte: Autora, 2025.

### 3.4 Processamento do chocolate de cupuaçu

#### 3.4.1 Descascamento

Após o tratamento térmico (Figura 5A), que ocorreu na etapa de torra, foi realizado o descascamento das amêndoas (Figura 5B), que por ser um material mais resistente e pesado não foi utilizado para a confecção do chocolate. Portanto, separou-se as amêndoas descascadas do “nibs” (Figura 5C). O processo de descascamento do cupuaçu está sendo estudado, para aprimorar o rendimento máximo do nibs[24].

Figura 5-Amêndoas secas (A); Amêndoas descascadas (B); Nibs do cupuaçu (C).

Fonte: Autora, 2025.

### 3.4.2 Trituração

O principal objetivo é diminuir o tamanho das amêndoas, o que nesse processo, é liberada parte da gordura aderida à estrutura das células, formando o “líquor”. Foi utilizado o liquidificador de cozinha para reduzir o tamanho das partículas da amêndoa, em pó (Figura 6), sendo triturados pouco a pouco as porções[24].

Figura 6 - Amêndoa em pó

Fonte: Autora, 2025.

### 3.4.3 Refino

Nesta etapa é realizado a redução do tamanho dos fragmentos do “líquor”, onde moinhos de esferas e refinadores de cilindros são mais indicados para reduzir as células do “lìquor”, em até 20-30 μm ou menos[24]. A mélanger premium (Figura 8A) é um equipamento que foi utilizado para o refino da amêndoa do cupuaçu, que comporta o sistema de apuro por pedras naturais de granito, produzindo-se os chocolates bean-to-bar. O processo envolve duas composições diferentes do chocolate de cupuaçu: um denominado chocolate meio amargo e outra ao leite. A composição percentual de cada chocolate está descrita no quadro abaixo, em que uma amostra vai haver a adição de leite e a outra não (Tabela 1).

Tabela 10- Composição percentual da formulação.

| **Composição** | **Ao leite** | **Meio amargo** |
|---|---|---|
| **Cupuaçu** | 48,8% | 71,1% |
| **Manteiga de cupuaçu** | 12,2% | 8,6% |
| **Açúcar** | 29,3% | 20,3% |
| **Leite** | 9,7% | - |

Fonte: Autora, 2025.

O chocolate meio amargo compõe-se por 332g de açúcar, 140g de manteiga de cupuaçu e 1,160 kg de pó da amêndoa de cupuaçu, enquanto o chocolate ao leite obtém a adição de leite em pó integral composto por 200g, 600g de açúcar, 250g de manteiga de cupuaçu e 1,00 kg de pó do triturado da amêndoa do cupuaçu. Ambos passaram pelo processo na Mélanger premium (Figura 7A) com duração de 13 horas para a apuração e refino (Figura 7B).

Figura 7- Equipamento mélanger premium (A); Produção do Líquor (B)

Fonte: Autora, 2025.

### 3.4.4 Moldagem, Resfriamento e desmoldagem

O produto foi moldado em formas de acrílico no formato de quadrado pesando em média 4g cada barrinha como mostra a Figura 8. O resfriamento foi gradual, em que foi deixado em bancadas com o ar-condicionado ligado por 12h e depois levados ao freezer por 30 min a 1h para facilitar a desmoldagem (que foi realizado manualmente).

Figura 8- Barrinhas do chocolate de cupuaçu

Fonte: Autora, 2025.

## 3.5 Análise sensorial e teste de aceitabilidade

A análise sensorial do chocolate feito a partir da amêndoa do cupuaçu foi realizado no laboratório de Tecnologia de produtos de origem Vegetal (LTPOV) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), teve a participação de 79 voluntários, não treinados, sendo 56% do sexo feminino e 44% do sexo masculino em que dispõe de escolaridade de ensino médio completo a pós-graduação, consumidores de meio amargo, ao leite e branco. Primeiramente foi apresentado um termo de esclarecimento para que pudesse ser preenchido o formulário com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) a fim de se avaliar as duas amostras de chocolate, o 27 (chocolate meio amargo) e 13 (chocolate ao leite).

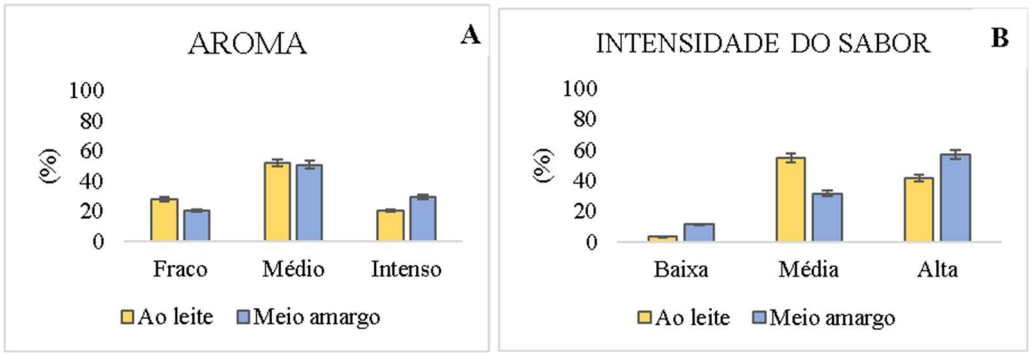
Os critérios de avaliação para a análise foram: cor, sabor, intensidade do sabor, equilíbrio do sabor, aroma, consistência, textura, sensação tátil, classificação e intenção de compra, enquanto para o teste de aceitabilidade foram classificados de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz[25], em que o indivíduo expressa sua preferência das amostras de chocolate ao leite e/ou chocolate meio amargo, indicando 1 (para desgostei extremamente) a 5 (para gostei extremamente) para as variáveis de aroma, sabor, cor, textura, aparência e doçura.

### 3.6 Análise estatística

A análise foi realizada a partir do teste qui-quadrado de independência, em que analisou as variáveis de preferência de cada tipo de chocolate, apontando a existência de dependência das variáveis para cada atributo das amostras ou a independência das variáveis para cada tipo de chocolate, em que “o princípio básico do teste do qui-quadrado é comparar as frequências observadas (O) e as esperadas (E), avaliando se as diferenças entre elas podem ser decorrentes do acaso” e para o teste de aceitabilidade foi analisado a moda das respostas de cada voluntário[26].

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliadas a comparação das frequências de respostas de cada atributo das variáveis analisadas como observado na Figura 9.



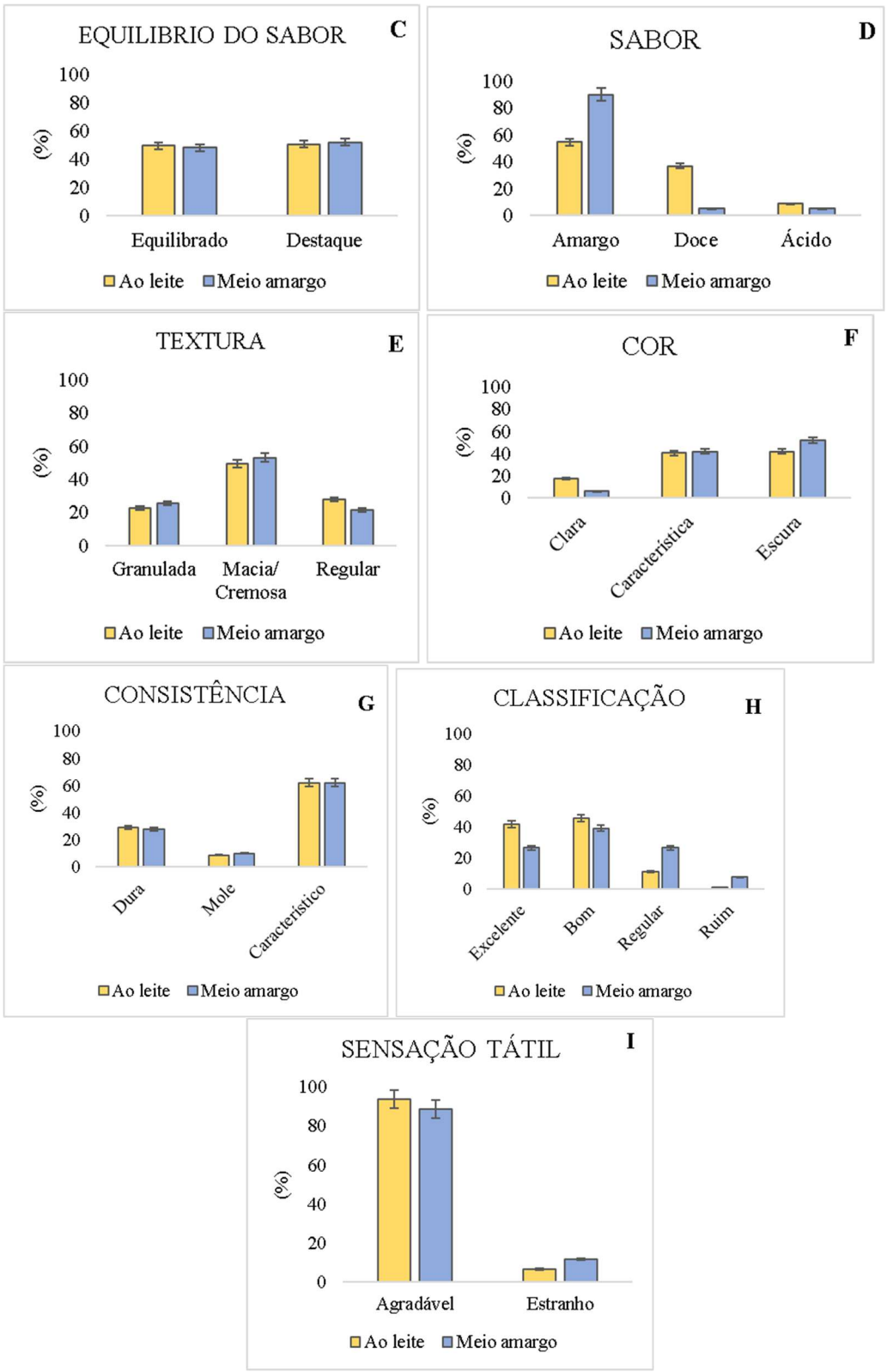



Figura 9- Comparação de frequência de respostas de duas amostras de chocolate da amêndoa do cupuaçu dos atributos sensoriais: Aroma (A); Intensidade de sabor (B); Equilíbrio de sabor (C); Sabor (D); Textura (E); Cor (F); Consistência (G); Classificação (H) e Sensação tátil (I).
Fonte: Autora, 2025.

A maioria dos participantes classificou o aroma como médio para ambas as amostras: 51,90% para a amostra ao leite e 50,63% para a amostra meio

amargo (Figura 9A). A análise estatística não apontou diferença significativa, indicando que o aroma foi percebido de maneira independente nas duas formulações (Tabela 2). Essa uniformidade na percepção pode estar associada ao uso do mesmo tipo de amêndoa e à semelhança nos processos de fermentação e torra aplicados em ambas as amostras, fatores fundamentais para o desenvolvimento dos compostos precursores de aroma no chocolate[27]. O aroma médio está dentro do esperado para chocolates com alto teor de massa de cacau, diferindo de chocolates comerciais com aromatizantes artificiais.

Tabela 2- Atributos sensoriais e estatísticos

| Atributo | Categoria | AL-Fo | MA- Fo | $X^2$ calc. | chi-valor* | chi-Tab. | GL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Aroma** | Fraco | 22 | 16 | 2,216 | 0,3302 | 5,991 | 2 |
| | Médio | 41 | 40 | | | | |
| | Intenso | 16 | 23 | | | | |
| **Sabor** | Amargo | 43 | 71 | 26,635 | 0,0000* | 5,991 | 2 |
| | Doce | 29 | 4 | | | | |
| | Ácido | 7 | 4 | | | | |
| **Cor** | Clara | 14 | 5 | 5,143 | 0,0764 | 5,991 | 2 |
| | Característica | 32 | 33 | | | | |
| | Escura | 33 | 41 | | | | |
| **Intensidade do Sabor** | Baixa | 3 | 9 | 9,611 | 0,0082* | 5,991 | 2 |
| | Média | 43 | 25 | | | | |
| | Alta | 33 | 45 | | | | |
| **Equilíbrio do Sabor** | Equilibrado | 39 | 38 | 0,025 | 0,8735 | 3,841 | 1 |
| | Destaque | 40 | 41 | | | | |
| **Textura** | Granulada | 18 | 20 | 0,857 | 0,6514 | 5,991 | 2 |
| | Macia/ Cremosa | 39 | 42 | | | | |
| | Regular | 22 | 17 | | | | |
| **Sensação Tátil** | Agradável | 74 | 70 | 1,254 | 0,2628 | 3,841 | 1 |
| | Estranho | 5 | 9 | | | | |
| **Consistência** | Dura | 23 | 22 | 0,089 | 0,9565 | 5,991 | 2 |
| | Mole | 7 | 8 | | | | |
| | Característico | 49 | 49 | | | | |
| **Classificação** | Excelente | 33 | 21 | 11,411 | 0,0097* | 7,815 | 3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Bom | 36 | 31 |
| | Regular | 9 | 21 |
| | Ruim | 1 | 6 |

AL- Ao Leite; MA- Meio Amargo; Fo- Frequência Observada; *Significativo a p<0,05
Fonte: Autora, 2025.

O sabor foi um dos atributos com maior contraste entre as amostras. A amostra do chocolate meio amargo apresentou 89,87% de respostas como “amargo”, enquanto a amostra ao leite teve 54,43% de respostas como “Amargo”. A diferença foi estatisticamente significativa. A formulação da amostra ao leite contém mais açúcar e leite, o que justifica sua maior aceitação como doce. Já a amostra do chocolate amargo, com maior concentração de massa de amêndoa e menor adição de açúcar, destacou-se pela intensidade do amargor, característica desejável para apreciadores de chocolates mais intensos. Isso demonstra como a variação na composição influencia diretamente na percepção do sabor. Essa variação de percepção sensorial é resultado direto das diferenças na composição das formulações[28] (Figura 9D).

Em relação a intensidade de sabor (Figura 9B), o chocolate meio amargo obteve 57% de respostas como “alta intensidade”, enquanto ao chocolate ao leite concentrou 54,43% das respostas em “intensidade média”, sendo essa diferença significativa. A maior presença de massa de amêndoa no chocolate meio amargo potencializou os compostos fenólicos, associados a sabores mais marcantes e notas típicas do cupuaçu, sugerindo uma preferência por essa formulação entre consumidores habituados a chocolates intensos[29].

Ambas as amostras foram bem avaliadas quanto ao equilíbrio de sabor, com 50,63% (ao leite) e 51,90% (meio amargo) classificando-as como “destaque” (Figura 9C). A ausência de diferença estatística entre elas revela que, apesar das diferentes proporções de ingredientes, ambas conseguiram harmonizar amargor, doçura e gordura de forma equilibrada, atendendo às expectativas sensoriais[30].

A cor escura foi predominante nas duas amostras: 41,77% para a amostra ao leite e 51,90% para a amostra meio amargo, sem diferença significativa. Essa coloração está relacionada à torra das amêndoas, que confere uma aparência semelhante ao chocolate convencional. Pequenas variações podem ser atribuídas às quantidades de leite e açúcar, que tendem a clarear a massa (Figura 9F).

A textura foi classificada como “macia/cremosa” por 49% dos avaliadores da amostra ao leite e 53,2% da amostra meio amargo (Figura 9E), não apresentando diferença estatisticamente significativa. É altamente desejável e está associada à moagem fina e à boa fluidez da gordura. O uso da mélanger e o tempo de refino de 13 horas proporcionaram uma uniformidade adequada das partículas, contribuindo para a aceitação do atributo[31].

A consistência foi classificada como “característica”, ou seja- nem dura, nem mole- por 49% dos avaliadores em ambas as amostras, e o teste estatístico confirmou a ausência de diferença significativa. Isso indica que ambas apresentaram um padrão compatível com chocolates industriais, resultado que pode estar relacionado aos processos de moldagem e resfriamento gradual (Figura 9G).

Quanto à sensação tátil, 93,7% dos avaliadores da amostra ao leite e 88,6% da amostra meio amargo a consideraram “agradável” (Figura 9I). Não apresentou diferença estatística significativa, apontando independência em relação à variável tipo de chocolate. A boa aceitação está relacionada à fluidez adequada, ausência de grumos e derretimento satisfatório na boca, evidenciando a eficiência do processo de refino e homogeneização[30].

Por fim, a classificação geral das amostras foi de 45,57% como “bom” para a amostra ao leite e 39,24% para a amostra meio amargo, sendo essa diferença estatisticamente significativa. Isso demonstra que houve dependência da variável de tipo de chocolate, influenciando a avaliação final dos consumidores (Figura 9H). Através do teste de aceitabilidade, foram atribuídas notas para cada atributo da análise, em que foi analisada a moda das respostas (Figura 10).

Tanto na amostra ao leite quanto na amostra meio amargo foram observadas as notas 5 para a variável aroma, sendo considerado uma categoria que a maioria dos voluntários gostou extremamente. O aroma de chocolate é resultado de uma torração entre 40 e 42 min, em que no caso do cupuaçu apresentou resultado satisfatório, e no do cacau intensificou seu aroma ainda mais[32].

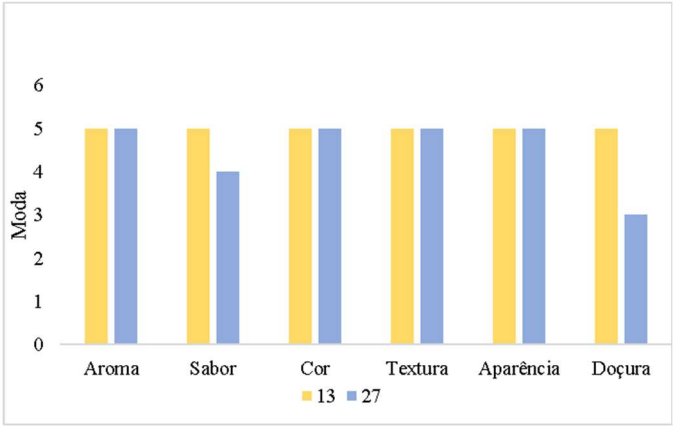



Figura 10- Comparação das variáveis do Teste de aceitabilidade- moda
Fonte: Autora, 2025.

Para a variável sabor houve diferença nas respostas das amostras, em que avaliaram como “gostei extremamente” para a amostra ao leite e “gostei moderadamente” para a amostra meio amargo. A aceitabilidade do sabor do cupulate foi 7, indicando que os provadores gostaram regularmente, atestando a presença de boas características no sabor[32]. Na cor, observou-se que a aceitabilidade foi de gostei extremamente para as duas amostras. O tempo de torração influencia diretamente na intensidade da cor[32]. O tempo de torração para ambas as amostras foram os mesmos.

A textura é um parâmetro sensorial fundamental para avaliar a qualidade do chocolate na boca, influenciando diretamente a percepção global do produto pelos consumidores, sendo bem avaliada nas duas amostras com nota 5. A aparência é um fator muito importante ao consumidor, em que vai nos mostrar se esse produto pode ganhar o mercado consumidor mais exigentes. Apesar do chocolate de cacau e o cupulate serem julgados parecidos, como aparência semelhantes e sabor agradável, cor e cheiro parecidos, textura um pouco diferente, os consumidores preferem o chocolate de cacau[33].

E a doçura, dependendo da preferência de tipo de chocolate, vai interferir diretamente na análise desse atributo, já que a amostra ao leite que tem mais açúcar e há a adição de leite, recebendo nota 5 e a amostra meio amargo que não tem a adição de leite e a sua composição tende a ser menos doce, recebeu a nota 3, caracterizando-o como indiferentes para o teor de doçura da amostra. Além de que na figura 11 mostra que o chocolate ao leite foi mais aceito pelos voluntários representando 45,6% e o chocolate amargo 13,9%, e ainda 16,5% estariam dispostos a comprar as duas amostras, afirmando que se as amostras estivessem no mercado, provavelmente comprariam. “Ao analisar qual o chocolate preferido, verificou-se que 60% dos acadêmicos preferem o chocolate ao leite, 25% o branco e 15% o meio amargo.” [34]

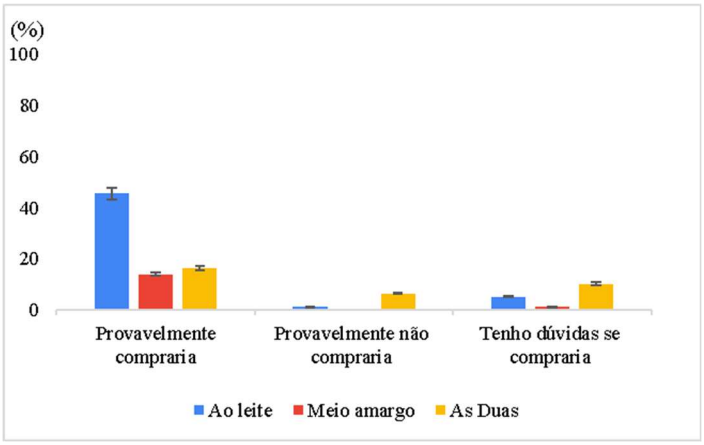



Figura 11- Atitude de compra das amostras ao leite e meio amargo.
Fonte: Autora, 2025.

## CONCLUSÕES

O estudo comprovou a viabilidade de utilizar a amêndoa do cupuaçu na produção de barras de chocolate, nas versões meio amargo e ao leite. A análise sensorial mostrou boa aceitação de ambas as amostras, com destaque para o chocolate ao leite com 45,6% de representatividade das respostas. Os atributos sabor, intensidade de sabor e Classificação tiverem resultados significativos estatisticamente. Os resultados indicam que o chocolate de cupuaçu é atrativo, sustentável e comparável ao tradicional, promovendo o aproveitamento de recursos locais e oferecendo uma alternativa econômica para a região amazônica. A partir disso, sugere-se mais estudos para confecção do chocolate de cupuaçu, acerca dos melhores métodos de fermentação, otimização da formulação e do refino, análises de custos e outros.

## REFERÊNCIAS

(1) BASTOS, M. S. R.; GURGEL, T. E. P.; SOUSA FILHO, M. S. M.; LIMA, I. F. B.; SOUZA, A. C. R.; SILVA, J. B. Efeito da aplicação de enzimas pectinolíticas no rendimento da extração de polpa de cupuaçu. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 24, p. 240-242, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbf/a/65t4htLzPqSvkx4nhhwmGJr. Acesso em: 02/06/2025.

(2) SAID, Maricleide Maia. ASPECTOS CULTURAIS E POTENCIAL DE USO DO CUPUAÇU (Theobroma grandiflorum (Willd. Ex Spreng. Schum.) NO ESTADO DO AMAZONAS. 2011.136f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – PPG/Casa, Universidade Federal do Amazonas/UFAM-2011.

(3) LEAL, L.V.P.; LEDER, P.J.S.; SANTIAGO, J.C.C.; CORRÊA, M.L.; SANTANNA, J.S.; Análise Sensorial do Brigadeiro de Cupulate. In CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA –CQB 56°.2016. Belém. Anais Eletrônicos. Disponível em: https://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos. Acesso em: 02/06/2025.

(4) LOPEZ, Pedro Antônio Bracamonte. Avaliação da cadeia produtiva do Cupuaçu (Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) Schum.) Nos municípios de Itacoatiara, presidente Figueiredo e Manaus". 2015.100f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido-ATU, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA -2015.

(5) BRASIL. Ministério da Saúde- MS. Alimentos Regional do Brasil. 2° edição. Secretaria de Atenção à Saúde Departamento de Atenção Básica. Brasília, DF,2015. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alimentos_regionais_brasileiros_2ed.pdf. Acesso em: 02/06/2025.

(6) LOPES, A. S. Estudo químico e nutricional de amêndoas de cacau (Theobroma cacao L.) e cupuaçu (Theobroma grandiflorum Schum) em função do processamento. 2000. 130 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2000. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/201679. Acesso em: 09 de julho de 2025.

(7) CODEC- Companhia de Desenvolvimento do Pará. Empresa estrangeira interessada em produzir e exportar cupulate recebe atendimento e apoio da Codec. Belém: INVESTPARÁ,2025. Disponível em: https://www.codec.pa.gov.br/empresa-estrangeira-interessada-em-produzir-e-exportar-cupulate-recebe-atendimento-e-apoio-da-codec. Acesso em: 02/06/2025.

(8) SOUZA, AGCS et al. Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007., 2007.Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/15443202.pdf. Acesso em: 15 de junho de 2025.

(9) RAMOS, A.L. **Síntese e caracterização de nanopartículas lipídicas sólidas a partir da manteiga de cupuaçu – *Theobroma grandiiflorum* (Shum) com aplicações nanobiotecnológicas**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação e Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, Universidade Federal do Acre. Rio Branco, 2016

(10) SEPAD- SECRETARIA DE ESTADO E DESENVOLVIMENTO AGROPECUARIA E PESCA. Frutas produzidas no Pará são destaques em

evento internacional. Belém, 19 de março de 2024. Disponível em: https://www.sedap.pa.gov.br/node/347. Acesso em: 02 de junho de 2025.

(11) IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção de Cupuaçu no Estado do Pará: 2017. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cupuacu/pa. Acesso em: 16 de julho de 2025.

(12) CARDOSO, J.E.P.et al. O cultivo do cupuaçu na Amazônia: perspectivas para a sustentabilidade, verticalização e manejo. 1ª Ed. Guarujá-SP: Científica digital,2024.216 p. ISBN 978-65-5360-669-2.

(13) SOUZA, Aparecida das Graças C.; SILVA, Sebastiao Eudes Lopes. Melhoramento das Fruteiras da Amazônia. In II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE FRUTEIRAS. Viçosa-MG, 2000. **Anais Eletrônicos**. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc. Acesso em: 02/06/2025

(14) DIAS, U. D. M. et al. Desenvolvimento e avaliação das características físico-químicas e da aceitação sensorial de doce em massa de cupuaçu. Revista UFPR- B. CEPPA, Curitiba, v. 36, n. 1, jan./jun. 2019. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view. Acesso em: 09 de julho de 2025.

(15) NAZARÉ, Raimunda Fatima de Ribeiro; BARBOSA, Wilson Carvalho; VIÉGAS, Rosemary Moraes Ferreira. Processamento das sementes de cupuaçu para a obtençao de Cupulate. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1990. 38p. il. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 108). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/381906. Acesso em: 16 de junho de 2025.

(16) REBOUÇAS, A. M. et al. Aproveitamento tecnológico das sementes de Cupuaçu e de Okara na obtenção de Cupulate. Revista Desafio, Tocantins, 2020. Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/304914009.pdf. Acesso em: 09 de julho de 2025.

(17) PUGLIESE, Alexandre Gruber. **Composto Fenólicos do Cupuaçu (Theobroma grandiflorum) e do Cupulate: Composições e possíveis beneficios.** 2010.146f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências dos Alimentos, Universidade de São Paulo- Faculdade de Ciências Farmacêuticas -2010. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/Alexandre_Gruber_Dissertacao.pdf. Acesso em: 09 de julho de 2025.

(18) SANTOS FILHO, Adilson Ferreira; TORO,Maricely Jannette Uría. ESTUDO BIOQUÍMICO DA FERMENTAÇÃO DO CUPUAÇU (THEOBROMA GRANDIFLORUM SCHUM). In Científic@ Multidisciplinary Journal– V.8 N.2 – (2020) 1 – 24. Belém-Pa, 2020. Anais Eletrônicos. Disponível em: https://periodicos.unievangelica.edu.br. Acesso em: 02 de junho de 2025.

(19) CARVALHO, A. V.; GARCÍA, N. H. P.; FARFÁN, J. A. Proteínas da semente de cupuaçu e alterações devidas à fermentação e à torração. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n. 4, p. 986-993, out./dez. 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cta/a/bDHfQtzjM7qpTTMw4HPRTTK/?format=html. Acesso em: 14 de julho de 2025.

(20) EMBRAPA. Cupulate agora é marca registrada da Embrapa. Embrapa Amazônia Oriental. 2015. Disponível em: https://cloud.cnpgc.embrapa.br/clpi/cupulate-agora-e-marca-registrada-da-embrapa/. Acesso em: 14 de julho de 2025.

(21) COSTA, Caroline Machado; SILVA,Keila Arruda; SANTOS,Ivone Lima. APROVEITAMENTO INTEGRAL DO CUPUAÇU NA ÁREA DE PANIFICAÇÃO. 2022. Research, Society and Development, v. 11, n. 5, e34711528176, 2022. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/281. Acesso em: 02/06/2025.

(22) LEAL, L.V.P.; LEDER, P.J.S.; SANTIAGO, J.C.C.; CORRÊA, M.L.; SANTANNA, J.S.; Análise Sensorial do Brigadeiro de Cupulate. In CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA –CQB 56°.2016. Belém. Anais Eletrônicos. Disponível em: https://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos. Acesso em: 02/06/2025.

(23) ALLOGIO, Tibério et al. Prazer em conhecer Suruacá. Cartilha Saúde Alegria, Santarém-PA,2012. Disponível em: https://saudeealegria.org.br/wp-content/uploads/2020/01/Cartilha-Suruac%C3%A1-1.pdf. Acesso em: 09 de julho de 2025.

(24) COHEN, K. de O. et al. Processamento tecnológico das amêndoas de cacau e de cupuaçu. 2003. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/406024. Acesso em: 10 de junho de 2025.

(25) INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Análise Sensorial de Alimentos capítulo VI. In:Instituto Adolfo Lutz. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, 4ª Edição, 1ª Edição Digital. p. 279-320, 2008. Disponível em: https://www.calameo.com/read/004869044a5d37ffa75da. Acesso em: 16 de julho de 2025.

(26) MORENO, Luisa Zanolli; MORCILLO, André Moreno. O teste do qui-quadrado como medida de associaçao entre variáveis qualitativas. Campinas, SP, 2020. Disponível em: file:///C:/Users/Asus/Downloads/TESTEDOQUI-QUADRADO2020.pdf. Acesso em: 16 de julho de 2025.

(27) DIAS, D. R. et al. Processamento do cacau e qualidade do chocolate: uma abordagem da fermentação às características sensoriais. Ciência Rural, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 1011–1017, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/357385037_PROCESSAMENTO_DE_CACAU_E_CHOCOLATE_INFLUENCIA_SOBRE_A_QUALIDADE_DO_PRODUTO_FINAL. Acesso em: 09 de julho de 2025.

(28) SILVA, A. C. et al. Elaboração e análise sensorial de chocolate com diferentes teores de cacau e açúcar. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa, v. 13, n. 2, p. 3111–3120, 2019. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/35496/29866/394345. Acesso em: 09 de julho de 2025.

(29) FREITAS, J. B. et al. Compostos bioativos em amêndoas de cacau fermentadas e não fermentadas. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 26, n. 1, p. 101–108,

2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjft/a/TZgKyJdNv3zC3fZFQQ4xG7z/?lang=pt. Acesso em: 09 de julho de 2025.

(30) OLIVEIRA, A. M. et al. Análise sensorial de chocolates artesanais com diferentes formulações. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 20, n. 1, p. 59–68, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/60567/2/02_SIMEALI_Controle%20de%20qualidade_an%C3%A1lise%20sensorial.pdf. Acesso em; 09 de julho de 2025.

(31) LIMA, M. S. et al. Influência do tempo de conchagem na textura e aceitação sensorial do chocolate artesanal. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 75, n. 3, p. 175–183, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/228378/TCC_Barbara_Correcao_Banca.pdf. Acesso em: 09 de julho de 2025.

(32) QUEIRÓZ, Marise Bonifácio. **Estudo dos parâmetros de torração de amêndoas de cupuaçu (Theobroma grandiflorum).** 1999. Tese de Doutorado. (sn). Disponível em: file:///C:/Users/Asus/Downloads/queiroz_marisebonifacio_m.pdf. Acesso em: 09 de julho de 2025.

(33) NEVES, Amanda Monique Ferreira et al. Comparação sensorial entre o chocolate de cacau de origem Amazônia (Theobroma cacau) e o cupulate de origem Amazônia (Theobroma grandiflorum). **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 2, p. 84, 2025. Disponível em: file:///C:/Users/Asus/Downloads/Dialnet-ComparacaoSensorialEntreOChocolateDeCacauDeOrigemA-10078503.pdf. Acesso em: 09 de julho de 2025.

(34) BRAIDO, Lilian Patricia; CARVALHO, Helaine Solano Lima; ROMAN, Janesca Alban. Identificação da marca do chocolate preferido por meio de análise sensorial. **Ano 7-nº 5• setembro/outubro de 2008**, p. 288. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/JuniaGomes/publication/322146807_Adequacao_e_aceitacao_de_dietas_pastosas_para_disfagia_em_um_hospital_geral_de_Belo_Horizont/links/609f0e0292851cfdf332de6d/Adequacao-e-aceitacao-de-dietas-pastosas-para-disfagia-em-um-hospital-geral-de-Belo-Horizont.pdf#page=29. Acesso em: 08 de julho de 2025.

# SORO DE QUEIJO EM DOCE DE LEITE PASTOSO: AVALIAÇÃO SENSORIAL PARA O APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DO COPRODUTO

# CHEESE WHEY IN PASTE DULCE DE LECHE: SENSORY EVALUATION FOR SUSTAINABLE BYPRODUCT UTILIZATION

**DOI: 10.65747/conali2025v2c14**

**Jannyza Lima Feijó Alves[1]; Jemima Vieira Souza Nogueira[2]; Francilda Rodrigues Guimarães[3]; Geisa Almeida Damasceno[4]; Cláudio Gonçalves Paulino[5]; Sandra Maria Lopes dos Santos[6]**

[1]Discente do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos – FATEC Sertão Central; E-mail: 202220103423.jannyza@centec.org.br

[2]Tecnóloga em Alimentos – FATEC Sertão Central

[3]Laboratorista – FATEC Sertão Central

[4]Docente/pesquisadora do Eixo de Produção Alimentícia – FATEC Sertão Central

[5]Docente/pesquisador do Eixo de Produção Alimentícia – FATEC Sertão Central

[6]Docente/pesquisadora do Eixo de Produção Alimentícia – FATEC Sertão Central

**Resumo:** O soro de queijo, um coproduto lácteo abundante, representa um desafio ambiental devido ao seu descarte e uma oportunidade de valorização nutricional. Este trabalho visou desenvolver um doce de leite pastoso utilizando soro de queijo coalho, com foco na facilidade de reprodução por pequenos produtores de Quixeramobim-CE e na ausência de conservantes químicos. Para isso, foram desenvolvidas quatro formulações elaboradas com diferentes proporções de substituição do leite por soro (T0: 100% leite; T1: 50% leite e 50% soro; T2: 25% leite e 75% soro e; T3 - 100% soro). Após o desenvolvimento das formulações e avaliação microbiológica das mesmas, estas foram submetidas à análise de aceitação sensorial e de intenção de compra. As análises microbiológicas das matérias-primas (leite e soro) e dos produtos finais (doces pastosos) confirmaram a segurança para consumo. Os resultados sensoriais indicaram que a formulação controle (T0) obteve a maior aceitação geral. No entanto, a amostra T1 demonstrou aceitação sensorial e intenção de compra estatisticamente semelhantes à amostra controle, o que a torna uma alternativa altamente promissora. As formulações T2 e T3 apresentaram menor aceitação, com a T3 sendo impactada negativamente por alterações de textura (cristalização) e sabor (salgado), conforme relatado pelos provadores. Conclui-se que a substituição de até 50% do leite por soro de queijo é uma estratégia viável para a produção de doce de leite pastoso. Esta abordagem contribui significativamente para a sustentabilidade ambiental, a valorização de coprodutos e o desenvolvimento de produtos inovadores e economicamente acessíveis para a cadeia de pequenos produtores de laticínios.

**Palavras–chave:** economia circular; pequena escala; rejeito; coproduto lácteo; valorização

**Abstract:** Cheese whey, an abundant dairy by product, presents an environmental challenge due to its disposal and an opportunity for nutritional valorization. This study aimed to develop a paste dulce de leche using cheese whey, focusing on easy reproducibility by small producers in Quixeramobim-CE and the absence of chemical preservatives. For this purpose, four formulations were developed with different proportions of milk substituted by whey (T0: 100% milk; T1: 50% milk and 50% whey; T2: 25% milk and 75% whey; and T3 - 100% whey). After the development of the formulations and their microbiological evaluation, these were submitted to sensory acceptance and purchase intention analyses. Microbiological analyses of both raw materials (milk and whey) and final products (paste dulces de leche) confirmed their safety for consumption. Sensory results indicated that the control formulation (T0) achieved the highest overall acceptance. However, sample T1 demonstrated sensory acceptance and purchase intention statistically similar to the control sample, making it a highly promising alternative. Formulations T2 and T3 showed lower acceptance, with T3 being negatively impacted by texture alterations (crystallization) and flavor (salty taste), as reported by the panelists. It is concluded that replacing up to 50% of milk with cheese whey is a viable strategy for producing paste dulce de leche. This approach significantly contributes to environmental sustainability, byproduct valorization, and the development of innovative and economically accessible products for the small dairy producer chain.

**Keywords:** circular economy; dairy byproduct; small-scale production; valorization; waste

## INTRODUÇÃO

A atividade leiteira tem grande importância no estado do Ceará, tanto para pequenos quanto para os grandes produtores. Os três municípios com maior produção de leite no Estado são Morada Nova (107.674.000 litros), Quixeramobim (73.256.000 litros) e Iguatu (511.00.000 litros) (1). Parte desta produção é destinada à fabricação de derivados lácteos, como o queijo coalho.

O queijo coalho é um queijo não maturado, produzido com leite integral pasteurizado e obtido através da coagulação enzimática pela ação do coalho (2; 3). Durante seu processo produtivo é gerado um volume considerável de soro de queijo, que representa cerca de 85 a 95% do volume inicial do leite (4). Apesar de ser rico em proteínas de alto valor biológico, lactose, vitaminas e minerais, o soro é frequentemente descartado de forma inadequada, causando sérios impactos ambientais devido à sua alta carga orgânica, ou subutilizado (5).

A subutilização deste soro por parte das pequenas e médias indústrias de laticínios, se deve, entre outros motivos, à impossibilidade de realizar os investimentos necessários para a sua valorização, tais como, aquisição de equipamentos e estrutura para processá-lo (6).

Nesse contexto, a busca por alternativas sustentáveis e economicamente viáveis para o aproveitamento do soro nas pequenas e médias queijarias da região de Quixeramobim - CE, torna-se uma necessidade urgente. Um levantamento recente realizado na própria cidade (7), que buscou identificar e caracterizar as queijarias locais, revelou que, embora parte do soro gerado diariamente já seja utilizado para a produção

de nata destinada ao consumo humano, uma grande porção desse volume é ainda destinada à ração animal ou, de forma preocupante, descartada diretamente na natureza.

Na busca por alternativas de valorização para este coproduto, o doce de leite destaca-se como um produto lácteo tradicional e amplamente consumido no Brasil, com potencial para incorporar ingredientes inovadores. A sua formulação, que tradicionalmente utiliza leite e açúcar, pode ser adaptada para incluir o soro, agregando valor nutricional e ambiental ao produto final (8; 9; 10; 11; 12).

Embora o potencial de valorização do soro em produtos lácteos seja reconhecido, a literatura ainda carece de estudos que avaliem de forma detalhada a aceitação sensorial e intenção de compra de doces de leite pastosos elaborados com diferentes proporções de substituição do leite por soro de queijo. Compreender como os consumidores percebem essas alterações é crucial para o desenvolvimento de formulações inovadoras e comercialmente atrativas.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver doce de leite pastoso utilizando diferentes concentrações de soro de queijo coalho, com foco na facilidade de reprodução por pequenos produtores de Quixeramobim-CE e na ausência de conservantes químicos, bem como avaliar a aceitação sensorial e a intenção de compra, frente à percepção de um grupo de 48 consumidores.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa desenvolvida no presente trabalho trata-se de um estudo experimental e transversal de natureza qualitativa e quantitativa (13).

### Material

Para a elaboração dos doces de leite foram utilizados os seguintes ingredientes: soro de queijo, leite comercial pasteurizado, açúcar e bicarbonato de sódio. O soro de queijo foi gentilmente doado pelo Laticínio Terra Conquistada instalado em Quixeramobim - CE, enquanto os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local.

### Produção dos doces

A produção dos doces de leite pastosos foi realizada no laboratório de laticínios da FATEC Sertão Central. A formulação controle, denominada T0 (0% soro), foi desenvolvida com base na metodologia proposta por Vieira e Lourenço Júnior (14), com adaptações (Figura 1). Para otimizar a aceitabilidade sensorial, um processamento preliminar e a avaliação por cinco provadores não treinados indicaram a necessidade de reduzir o teor de açúcar de 15% para 8% (m/m) em relação ao volume de leite.

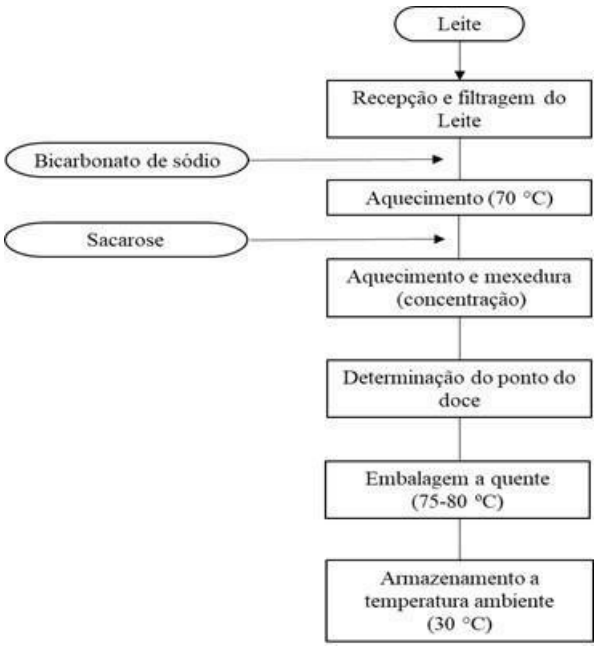



Figura 1 – Fluxograma de processamento do doce de leite pastoso

Fonte: Adaptado de Vieira e Lourenço Júnior (14)

Após a definição da formulação T0, o processamento das amostras seguiu rigorosamente as normas das Boas Práticas de Fabricação de Alimentos para higienização da área, bancadas e utensílios. O processo de cocção iniciou-se com a adição de bicarbonato de sódio ao leite, na proporção de 0,5% (m/v) para cada litro de leite, a fim de estabilizar o pH e evitar a coagulação durante a fervura. Esta mistura foi aquecida até atingir a temperatura de 70 ºC, momento em que o açúcar foi adicionado na proporção de 8% (m/v) em relação ao volume de leite inicial. A mistura foi então mantida sob agitação constante por todo o período de cocção. O ponto final do doce de leite pastoso foi determinado empiricamente pelo “teste da gota fria”, no qual uma pequena quantidade do doce, ao ser depositada em um copo com água fria, não se desmanchou ou turvou a água. Adicionalmente, o ponto ideal foi confirmado pela obtenção de 75 ºBrix, medidos por refratometria, caracterizando o teor de sólidos solúveis.

Em seguida, foram produzidas as demais formulações do doce de leite pastoso parcialmente substituído por diferentes concentrações de soro: T1 (50% soro e 50% leite), T2 (75% soro e 25% leite) e T3 (100% soro).

Todas as formulações foram produzidas em triplicata (três bateladas independentes) para compor as repetições do estudo. Contudo, duas repetições da formulação T2 (75% soro/25% leite) apresentaram crescimento fúngico durante o armazenamento, inviabilizando sua utilização na avaliação sensorial e o estudo com um número maior de provadores. Dessa forma, para a etapa de avaliação sensorial comparativa entre todas as formulações, foi selecionada uma única repetição de cada uma das quatro formulações (T0, T1, T2 e T3) que se encontravam em condições microbiológicas e sensoriais adequadas e seguras para consumo.

## Análise microbiológica

A qualidade microbiológica do leite, do soro e dos doces produzidos foi avaliada no laboratório de microbiologia da FATEC Sertão Central.

Foram realizadas contagem de coliformes totais e termotolerantes, utilizando a técnica do Número Mais Provável (NMP/g); análise de fungos e leveduras utilizando o meio de cultura Ágar Batata Dextrose (BDA) em diluições de $10^{-1}$, $10^{-2}$ e $10^{-3}$. Os resultados foram expressos em UFC/g (15).

## Análise sensorial

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Regional do Cariri, sob o parecer de n. 6.694.421 de acordo com a Resolução n°466/2012 do Ministério da Saúde, referente a pesquisas envolvendo seres humanos (16). Os provadores assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

A avaliação sensorial foi aplicada através de testes de aceitação e de intenção de compra, seguindo a metodologia recomendada por Dutcosky (17). Os testes ocorreram no laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Tecnologia CENTEC Sertão Central, em cabines individuais com iluminação controlada.

Participaram 48 provadores não treinados, recrutados aleatoriamente. Os provadores foram orientados sobre o procedimento do teste e cada um recebeu uma bandeja contendo aproximadamente 25 g de cada amostra (T0, T1, T2 e T3) em recipientes descartáveis, codificadas com códigos de três dígitos aleatórios. As amostras foram servidas a aproximadamente 30 °C e a ordem de apresentação foi balanceada para minimizar efeitos de fadiga ou ordem. Os provadores avaliaram as amostras utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei e 9 = gostei muitíssimo) para os atributos de aparência, cor, odor, textura, sabor e impressão global. Adicionalmente, a intenção de compra foi avaliada por meio de uma escala de 5 pontos (1 = certamente não compraria; 5 = certamente compraria).

## Análise estatística

Os resultados obtidos no teste de aceitação e de intenção de compra foram tabulados e analisados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software Statistica 7.0 (18).

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises microbiológicas das matérias-primas, leite e soro (Tabela 1), indicaram a segurança dos ingredientes para a elaboração dos doces de leite. Para o leite, a contagem de coliformes totais foi inferior a 3 NMP/g, e houve ausência de coliformes termotolerantes, *E. coli* e fungos. O soro apresentou uma contagem de 15 NMP/g para coliformes totais, mas também ausência de coliformes termotolerantes, *E. coli* e fungos. Esses resultados demonstram a qualidade sanitária inicial das matérias-primas antes do processamento.

Tabela 1 – Resultado da análise de coliformes e fungos das matérias-primas (Leite e Soro)

| **Amostras** | **Coliformes totais NMP/g** | **Coliformes termotolerantes NMP/g** | **E. coli NMP/g** | **Fungos UFC/g** |
|---|---|---|---|---|
| Leite | <3 | Ausência | Ausência | Ausência |
| Soro | 15 | Ausência | Ausência | Ausência |

Legenda: NMP = Número Mais Provável; UFC = Unidade Formadora de Colônia

Fonte: Autores, 2025

As análises microbiológicas das quatro formulações de doce de leite (T0, T1, T2 e T3) que foram submetidas à avaliação sensorial confirmaram a segurança e adequação para o consumo humano, em conformidade com a legislação vigente com contagem de coliformes totais inferior a 3 NMP/g e ausência de coliformes termotolerantes, *E. coli* e fungos (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultado da análise de coliformes e fungos dos doces de leite pastosos servidos na análise sensorial

| **Amostras** | **Coliformes totais NMP/g** | **Coliformes termotolerantes NMP/g** | **E. coli NMP/g** | **Fungos UFC/g** |
|---|---|---|---|---|
| T0 | <3 | Ausência | Ausência | Ausência |
| T1 | <3 | Ausência | Ausência | Ausência |
| T2 | <3 | Ausência | Ausência | Ausência |
| T3 | <3 | Ausência | Ausência | Ausência |

Dados: T0 = Amostra controle (0% de soro); T1 = Doce com 50% de soro e 50% de leite; T2 = Doce com 75% de soro e 25% de leite; e T3 = Doce com 100% de soro. Legenda: NMP = Número Mais Provável; UFC = Unidade Formadora de Colônia

Fonte: Autores, 2025

No que diz respeito à análise sensorial, foi possível observar que a amostra T0 (controle, 0% soro) obteve a maior média para impressão global (7,29), sendo estatisticamente superior à amostra T2 (75% soro) e T3 (100% soro) (Tabela 3).

Tabela 3 – Aceitação de amostras de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de soro (Média ± desvio padrão)*

| Amostra | Impressão global | Aparência | Cor | Odor | Textura | Sabor |
|---|---|---|---|---|---|---|
| T0 | 7,29 ± 1,84 a | 7,35 ± 1,83 a | 7,35 ± 1,79 a | 7,04 ± 1,87 a | 7,06 ± 1,93a | 6,96 ± 2,42 a |
| T1 | 6,50 ± 1,89ab | 6,44 ± 2,09ab | 6,69 ± 2,07ab | 6,75 ± 1,96 a | 5,98 ± 2,41 ab | 6,60 ± 2,36 ab |
| T2 | 6,10 ± 2,16 b | 6,25 ± 2,14 b | 6,20 ± 2,09 b | 6,63 ± 1,89 a | 6,44 ± 2,16 ab | 6,25 ± 2,26 ab |
| T3 | 5,96 ± 1,99 b | 6,46 ± 1,56ab | 6,88 ± 1,52 ab | 6,65 ± 1,83 a | 5,33 ± 2,21 b | 5,58 ± 2,37 b |

Dados: T0 = Amostra controle (0% de soro); T1 = Doce com 50% de soro e 50% de leite; T2 = Doce com 75% de soro e 25% de leite; e T3 = Doce com 100% de soro. *Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

A amostra T1 (50% soro) não diferiu estatisticamente da amostra T0, indicando que a substituição de 50% do leite por soro não comprometeu significativamente a impressão global do produto.

As amostras T2 (75% soro) e T3 (100% soro) apresentaram as menores médias e foram estatisticamente inferiores à amostra T0, sugerindo que concentrações muito elevadas de soro podem impactar negativamente a aceitação geral. No entanto, é importante notar que suas médias ainda estão acima de 5,0 (nem gostei nem desgostei), indicando que não houve rejeição total.

No que se refere aos atributos aparência e Cor, a amostra T0 (controle) obteve as maiores médias de aceitação. Para a Aparência, é notável que a amostra T0 não apresentou diferença estatística significativa em relação às formulações T1 (50% soro) e T2 (75% soro), mas diferiu significativamente da amostra T3 (100% soro). Este resultado sugere que a aparência do doce de leite é um atributo relativamente menos sensível à substituição parcial do leite por soro em concentrações moderadas (até 75%), indicando que as alterações visuais nessas proporções podem não ser percebidas como um fator de rejeição pelos consumidores. Contudo, a substituição total do leite por soro (T3) resultou em uma aparência distintamente menos aceita, o que pode estar relacionado a modificações mais drásticas na opacidade, brilho ou homogeneidade do produto, possivelmente devido à maior concentração de sólidos do soro e à ausência de caseínas do leite. Essa observação está de acordo com estudos anteriores, como o de Vilela *et al*. (10), que ao avaliarem doces de leite pastosos com concentrações de soro variando entre 16,67% e 58,33%, também reportaram que concentrações

superiores a 50% de soro interferiram negativamente na aparência percebida pelos provadores.

Similarmente, para o atributo Cor, a amostra T0 não diferiu estatisticamente de T1 e T2, mas apresentou diferença significativa em relação à T3. Este achado sugere que a cor da amostra T3 foi percebida de forma distinta pelos provadores, provavelmente com uma tonalidade ou intensidade que se desviou do padrão esperado para o doce de leite tradicional. A cor do doce de leite é influenciada principalmente pelas reações de Maillard e caramelização durante o cozimento, que dependem da concentração de açúcares redutores (como a lactose do soro) e proteínas (19). A alta concentração de lactose e diferentes tipos de proteínas no soro em comparação com o leite integral podem ter alterado a cinética dessas reações, resultando em uma cor menos desejável ou diferente na formulação T3. Isso reforça que, embora o soro possa ser incorporado em níveis intermediários sem grande impacto na cor, sua utilização em 100% pode levar a características visuais que afetam a aceitação do consumidor.

Para Odor, não houve diferença estatística significativa entre nenhuma das amostras. Todas as formulações foram bem aceitas neste atributo, com médias acima de 6,6. Isso é um ponto positivo para as formulações com soro, indicando que o soro não introduziu odores indesejáveis que pudessem comprometer a aceitação.

A Textura da amostra T0 (controle) foi a melhor avaliada (7,06), sendo estatisticamente superior à amostra T3 (100% soro). As amostras T1 (50% soro) e T2 (75% soro) não diferiram estatisticamente da amostra T0, mas a amostra T3 (100% soro) foi significativamente inferior. Os provadores relataram que a arenosidade percebida no doce T3 tornava sua textura desagradável, o que impactou negativamente sua aceitação.

A característica arenosa deve-se à cristalização da lactose. Este dissacarídeo, naturalmente concentrado no soro durante a produção do queijo, atinge um estado de supersaturação na formulação do doce devido à intensa concentração no processo de cocção, que reduz o volume inicial em cerca de 2,5 vezes. Nessas condições, a baixa solubilidade da lactose, em conjunto com a presença de sacarose, a agitação e o resfriamento favorecem a formação de cristais (20; 21). Este não é um processo imediato. As amostras foram avaliadas sensorialmente somente 20 dias após sua produção, quando saiu o resultado da análise microbiológica. Acredita-se que tenha ocorrido mais rapidamente na amostra T3 devido à maior concentração de soro (100%) em seu preparo.

O Sabor da amostra T0 (controle) foi o melhor avaliado (6,96), sendo estatisticamente superior à amostra T3 (100% soro), para a qual, os provadores frequentemente relataram um sabor salgado, o que contribuiu para sua menor aceitação global.

A presença de um sabor levemente salgado nas formulações de doce de leite com substituição do leite por soro de queijo pode ser atribuída à composição físico-química do soro utilizado. O soro de queijo, especialmente o proveniente do queijo coalho, possui teores residuais de sais minerais, como cálcio, cloreto de sódio, fósforo e potássio, oriundos das etapas de coagulação e salga do leite durante a fabricação do queijo (22). Esses sais permanecem no soro mesmo após o processo de drenagem e podem contribuir sensorialmente para a percepção de salinidade no produto final. Além disso, a substituição parcial ou total do leite por soro pode reduzir a concentração de componentes que conferem doçura e suavidade ao produto, como a lactose e a gordura

láctea, o que favorece o destaque dos sabores salinos. A relação entre o teor de sólidos solúveis e o teor de sal pode não ter sido suficiente para mascarar o sabor salgado, o que justifica a percepção sensorial observada pelos avaliadores. Já existem, inclusive alguns estudos utilizando o permeado do soro, o líquido remanescente após a ultrafiltração do soro do leite, que sugerem a utilização desse coproduto como substituto do sal (23; 24; 25).

A intenção de compra é um indicador direto da aceitação do produto no mercado. Sendo assim, foi observado que a amostra T0 (controle, 0% soro) obteve a maior média de intenção de compra (4,06), sendo estatisticamente superior às amostras T2 (75% soro) e T3 (100% soro) (Tabela 4). Isso é esperado, por se tratar da formulação tradicional.

Tabela 4 – Intenção de compra das amostras de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de soro

| **Amostra** | **Intenção de compra (± SD)** |
|---|---|
| T0 | 4,06 ± 1,26 [a] |
| T1 | 3,56 ± 1,43 [ab] |
| T2 | 3,13 ± 1,31 [b] |
| T3 | 2,92 ± 1,35 [b] |

Dados: T0 = Amostra controle (0% de soro); T1 = Doce com 50% de soro e 50% de leite; T2 = Doce com 75% de soro e 25% de leite; e T3 = Doce com 100% de soro. *Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Fonte: Autores, 2025

A amostra T1 (50% soro) não diferiu estatisticamente da amostra T0, o que é um resultado muito promissor. Isso indica que os consumidores teriam uma probabilidade similar de comprar o doce com 50% de soro em comparação com o tradicional.

As amostras T2 (75% soro) e T3 (100% soro) apresentaram médias significativamente menores que a amostra T0, e não diferiram estatisticamente entre si. Suas médias (2,92 e 3,13) indicam uma indecisão ou menor probabilidade de compra, mas ainda não uma rejeição total.

A formulação T1 (50% soro / 50% leite) se destacou por apresentar resultados de aceitação sensorial e intenção de compra estatisticamente semelhantes à amostra controle para a maioria dos atributos e para a intenção de compra. Isso é um achado extremamente relevante, pois sugere que é possível substituir até 50% do leite por soro sem comprometer a aceitabilidade do produto final pelo consumidor.

As formulações com maior teor de soro, T2 (75% soro / 25% leite) e T3 (100% soro), embora tenham apresentado médias de aceitação ligeiramente inferiores e

intenção de compra menor que a amostra controle, ainda obtiveram notas que indicam que não foram totalmente rejeitadas. A diferença estatística em alguns atributos (como impressão global, textura e sabor para a amostra T2) sugere que o aumento da concentração de soro além de 50% pode começar a alterar características sensoriais percebidas pelos consumidores.

Apesar dos desafios na formulação com 100% de soro (como o crescimento fúngico em repetições e a menor aceitação sensorial), a viabilidade de incorporar até 50% de soro é um passo significativo para a sustentabilidade na indústria de laticínios. O aproveitamento de um coproduto que, de outra forma, seria descartado (com custos de tratamento e impacto ambiental), transformando-o em um produto de valor agregado, demonstra a viabilidade econômica dessa alternativa.

Estes achados corroboram a crescente relevância da busca por alternativas sustentáveis e economicamente viáveis para o aproveitamento do soro na indústria alimentícia, conforme discutido na introdução. A utilização do soro não apenas reduz o desperdício e o impacto ambiental, mas também pode gerar novas linhas de produtos e fontes de receita para os laticínios.

## CONCLUSÕES

Este trabalho demonstrou a viabilidade de desenvolver um doce de leite pastoso utilizando soro de queijo, com foco na fácil reprodução por pequenos produtores e sem o uso de conservantes químicos. As análises microbiológicas confirmaram a segurança de todas as amostras. Sensorialmente, a formulação com 50% de substituição do leite por soro (T1) obteve aceitação e intenção de compra comparáveis ao doce de leite tradicional (T0), indicando um alto potencial comercial. Embora concentrações maiores de soro (75% e 100%) tenham apresentado menor aceitação, o estudo conclui que a incorporação de até 50% de soro é uma alternativa promissora para valorizar este coproduto, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e a viabilidade econômica na produção de doces de leite.

Para dar continuidade a este estudo e ampliar seu impacto, sugere-se que trabalhos futuros foquem na otimização das formulações com maior teor de soro (75% e 100%) para aprimorar sua aceitação sensorial, além de investigar soluções para a estabilidade microbiológica e o aumento da vida de prateleira dos produtos sem conservantes. Adicionalmente, estudos de viabilidade técnica e econômica em maior escala, são essenciais para a implementação prática dos pequenos produtores, devendo ser complementados por uma caracterização nutricional mais aprofundada e por análises de aceitação com um público consumidor mais amplo, visando consolidar o doce de leite com soro como uma alternativa sustentável e valorizada.

## AGRADECIMENTOS

Ao Laticínio Terra Conquistada, pela doação do soro de queijo coalho; à FUNCAP, pelas bolsas de iniciação científica concedidas às duas primeiras autoras; bem como à FATEC Sertão Central pelo incentivo à pesquisa.

**REFERÊNCIAS**


1. IBGE. **Produção Pecuária Municipal - Quixeramobim**, 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/quixeramobim/pesquisa/18/0?tipo=ranking&ano=2023&indicador=16559. Acesso em: 17 jul. 2025.

2. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria do Desenvolvimento Agrário. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. Aprova o Regulamentos técnico de identidade e qualidade de manteiga da terra ou manteiga de garrafa; queijo de coalho e queijo de manteiga. **Diário Oficial da União. Brasília**, 16 de julho de 2001.

3. QUEIROGA, R. C. R. E. *et al*. Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. **LWT – Food Science and Technology**, v. 50, p. 538-544, 2013.

4. GEIGER, B. *et al.* From by-product to valuable components: Efficient enzymatic conversion of lactose in whey using β-galactosidase from *Streptococcus thermophilus*. **Biochemical Engineering Journal.** v. 116, p. 45-53, 2016.

5. BUCHANAN, D. *et al*. Recent advances in whey processing and valorisation: Technological and environmental perspectives. **International Journal of Dairy Technology**, v. 76, n. 2, p. 291-312, 2023.

6. PIRES, A. F. *et al*. Dairy by-products: A review on the valorization of whey and second cheese whey. **Foods**, v. 10, n. 5, p. 1067, 2021.

7. ALVES, J. L. F. *et al*. Soro de queijo: Levantamento do destino dado a este resíduo em Quixeramobim. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA CENTEC, 2., 2023, Quixeramobim. **Anais** (...). Fortaleza: CENTEC, 2023.

8. JESUS, M. A. C. L. *et al*. Processamento e análises físico química, microbiológica e sensorial de doce de leite pastoso sem adição de açúcar e formulado com soro de leite. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 8, p. e8113846582-e8113846582, 2024.

9. GUERRA, C. R. A. *et al*. Utilização de soro de leite e amido na produção de doce de leite pastoso: rendimento, composição, perfil de textura, viscosidade e avaliação

sensorial de aceitação. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 75, n. 1, p. 1-9, 2020.

10. VILELA, M. E. *et al*. Avaliação sensorial e físico-química de doce de leite pastoso contendo diferentes concentrações de soro de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 75, n. 1, p. 22-33, 2020.

11. MENESES, V. P. *et al*. Qualidade físico-química, microbiológica e sensorial de doce pastoso à base de soro fresco de leite e em pó. **Global Science & Technology**, v. 12, n. 2, 2019.

12. CURVELLO, B. Q.; VILAR, J. S. Avaliação sensorial do doce de leite elaborado com soro de leite. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 3, p. 299-303, 2013.

13. CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

14. VIEIRA, L. C.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B. Tecnologias de fabricação dos doces de leite pastoso em tabletes. **Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico**, v. 111, 2004.

15. SILVA, N. *et al*. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.

16. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 466 do Conselho Nacional de Saúde, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 12, 13 jun. 2013. Seção 1, p. 59.

17. DUTCOSKY, S. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011.

18. STATSOFT, I. N. C. **Statistica for Windows** (Computer program manual). Tulsa, OK, v. 7.0, 2007.

19. SANTOS, H. N.; TONIETTO, J. M.; NEVES, K. V. G. **Análises físico-química, sensorial e microbiológica de doce de leite de coco com substituição de sacarose por edulcorantes**. 2021. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Técnico

em Química). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Escola Técnica Estadual - ETEC-Trajano Camargo, Limeira, 2021.

20. KLEIN, M. P.; JONG, E. V.; RÉVILLION, J. P. P. Use of β-galactosidase in milk sweet: avoiding lactose crystallization. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 1530-1535, 2010.

21. MACHADO, L. M. P.; VIOTTO, W. H. Estudo sobre a cristalização da lactose em doce de leite pastoso elaborado com diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho modificado. **Revista Ciência e Cultura**, v. 2, n. 2, p. 69-74, 2007.

22. ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Barueri: Manole, 2003. 135 p.

23. O'DONOGHUE, L. T.; MURPHY, E. G. Nondairy food applications of whey and milk permeates: Direct and indirect uses. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 22, n. 4, p. 2652-2677, 2023.

24. SMITH, S. T.; METZGER, L.; DRAKE, M. A. Avaliação de soro de leite, leite e permeados deslactosados como substitutos do sal. **Journal of Dairy Science** 99 (11), 8687-8698. (2016).

25. FRANKOWSKI, K. M.; MIRACLE, R. E.; DRAKE, M. A. The role of sodium in the salty taste of permeate. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 9, p. 5356-5370, 2014.

# INOVAÇÃO AGROALIMENTAR COM CACAU COLOMBIANO: NOVOS PRODUTOS E APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DE SUBPRODUTOS

# AGRO-FOOD INNOVATION WITH COLOMBIAN COCOA: NEW PRODUCTS AND SUSTAINABLE UTILIZATION OF BY-PRODUCTS

**José Bernardo Buitrago Torres[1]; Carlos Alfredo Muñoz Torres[1]; Natalia Molina Arevalo[2]; Karen Vanessa Marimón Sibaja[2]**

**DOI: 10.65747/conali2025v2c015**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - Escola de Ciências Básicas Tecnologias e Engenharias – ECBTI–Universidade Nacional Aberta e a Distância - UNAD; [2]Docente/pesquisador da Escola de Ciências Básicas Tecnologias e Engenharias – ECBTI–Universidade Nacional Aberta e a Distância – UNAD;

Contato: jbbuitragot@unadvirtual.edu.co

**Resumo:** O departamento de Tolima, na Colômbia, destaca-se pela produção de cacau de alta qualidade, embora enfrente limitações tecnológicas e comerciais que afetam sua competitividade. Este trabalho apresenta os resultados de um projeto aplicado voltado ao desenvolvimento de produtos alimentares inovadores a partir do cacau (*Theobroma cacao L.*), com foco na valorização de subprodutos e no fortalecimento das associações cacauicultoras locais. O objetivo foi impulsionar a produção regional por meio da formulação de novos produtos com alto valor agregado e potencial sensorial. A metodologia incluiu diagnóstico técnico em campo, entrevistas, visitas a fincas e análise de processos existentes, seguido pela formulação teórica de protótipos e desenho de sistemas produtivos. Foram propostos três produtos principais: farinha fortificada de casca de cacau, vinho espumoso fermentado com mucilagem e extrato de maracujá, e cacau em pó enriquecido com flor de Jamaica. Além disso, foram padronizados processos já existentes como bombons, barras de chocolate e sabajón. Os resultados indicam que a inovação agroalimentar com aproveitamento sustentável dos subprodutos pode aumentar a rentabilidade, promover a inclusão social e contribuir para o desenvolvimento regional. Conclui-se que a diversificação de produtos derivados do cacau representa uma estratégia viável para posicionar o setor do cacau colombiano em mercados especializados, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

**Palavras–chave:** cacau; inovação agroalimentar; produtos derivados; sustentabilidade; valor agregado

**Abstract:** The department of Tolima, Colombia, is recognized for its high-quality cocoa production, yet faces significant challenges in technological adoption and product diversification. This study presents the results of an applied research project aimed at developing innovative food products from (*Theobroma cacao L.)*, with a focus on sustainable utilization of by-products and strengthening local cocoa associations. The objective was to enhance regional production through the formulation of high-value products with sensory appeal. The methodology included field diagnostics, interviews, technical visits, and analysis of existing processes, followed by theoretical formulation and design of production systems. Three main products were proposed: fortified cocoa shell flour, sparkling wine

from cocoa mucilage with passion fruit extract, and cocoa powder enriched with hibiscus extract. Additionally, existing processes such as filled chocolates, chocolate bars, and chocolate sabajón were standardized. Innovation bys demonstrate that agro-food innovation using cocoa by-products can increase profitability, promote social inclusion, and contribute to regional development. The study concludes that product diversification is a viable strategy to position Colombian cocoa in specialized markets, aligned with the Sustainable Development Goals.

**Keywords:** cocoa; food innovation; product development; sustainability; value-added.

## INTRODUÇÃO

O *Theobroma cacao L.*, conhecido como cacau, é uma espécie arbórea nativa das regiões tropicais da América, essencial para a produção de chocolate e outros derivados (1). No departamento de Tolima, na Colômbia, o cultivo de cacau representa uma atividade agrícola de grande relevância econômica e social, especialmente para comunidades rurais que dependem dessa cultura como fonte de renda e desenvolvimento (2). De acordo com a Federação Colombiana de Cacauicultores, o departamento do Tolima produziu cerca de 7.500 toneladas de cacau em 2023, representando 7% da produção nacional; no entanto, mais de 80% dessa produção é comercializada em grão sem transformação, o que limita significativamente os lucros das associações produtoras (3).

No Tolima, existem diversas associações de cacau que desempenham um papel fundamental no processamento dos grãos de cacau, contribuindo diretamente para o desenvolvimento do setor produtivo da região. Seu principal objetivo é produzir produtos de alta qualidade que tenham um impacto positivo no mercado. Essas associações impulsionam o setor agrícola por meio da cooperação entre grandes, médios e pequenos produtores, facilitando a gestão de recursos e fortalecendo a representação da associação perante entidades governamentais e privadas. Além disso, adotam abordagens baseadas na inclusão social, no desenvolvimento sustentável e nas boas práticas de produção, mantendo o foco na inovação em seus processos (2, 4, 5).

Apesar da qualidade sensorial reconhecida do cacau do Tolima, o processamento de cacau no departamento enfrenta limitações significativas devido à falta de tecnologias adequadas e estratégias de inovação nos processos agroindustriais. A ausência de infraestrutura e técnicas avançadas em etapas-chave como fermentação, secagem, torrefação e refino afeta a qualidade do produto, reduzindo seu valor agregado e sua competitividade no mercado. Isso impacta negativamente as associações de produtores de cacau, limitando suas oportunidades de comercialização e o desenvolvimento sustentável do setor. A falta de investimento em infraestrutura agroindustrial é um dos principais fatores que limitam o valor agregado do cacau colombiano, afetando diretamente as associações de produtores, que veem seus lucros reduzidos em até 40% por dependerem exclusivamente da venda de grãos crus. De acordo com a Análise da Cadeia do Cacau na Colômbia, o baixo nível de tecnologia nos processos de pós-colheita gera perdas de qualidade que chegam a 30% do preço potencial do grão em mercados especializados, devido a defeitos originados na fermentação e na secagem (4, 6).

Neste contexto, o presente projeto teve como objetivo impulsionar a produção de cacau (*Theobroma cacao L.*) na região por meio do desenvolvimento de processos agroindustriais inovadores que agreguem valor ao produto e contribuam para o fortalecimento econômico das comunidades cacauicultoras. A proposta articula inovação tecnológica, sustentabilidade e inclusão social, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e às demandas de mercados especializados por produtos diferenciados e de alta qualidade (7, 8).

## MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida com base em uma abordagem metodológica mista (qualitativa e quantitativa), estruturada em quatro fases principais, que permitiram a análise situacional, formulação de produtos, desenho de processos e capacitação comunitária.

### Fase 1: Diagnóstico das tecnologias empregadas no processamento do cacau

Foi realizada uma revisão documental de fontes científicas, técnicas e normativas vigentes (9, 10, 11), complementada por visitas técnicas a fincas e associações cacauicultoras no departamento do Tolima. Aplicaram-se entrevistas semiestruturadas com produtores e transformadores, além de questionários estruturados para identificar práticas de cultivo, pós-colheita e transformação. Essa fase permitiu mapear os processos existentes, as limitações tecnológicas e as oportunidades de inovação.

### Fase 2: Formulação de novos produtos utilizando processos agroindustriais inovadores

Com base nos dados coletados, foram selecionadas três propostas de produtos com alto potencial: farinha fortificada de casca de cacau, vinho espumoso de mucilagem com extrato de maracujá, e cacau em pó com extrato de flor de Jamaica.

Esta fase se concentrou na formulação teórica e técnica de novos produtos derivados do cacau, voltada para a identificação de oportunidades de inovação agroindustrial para o fortalecimento do setor cacaueiro do Tolima. Foi adotada uma abordagem mista, de tipo descritivo e projetivo, baseada na análise das informações coletadas na fase diagnóstica e na revisão técnica de formulações existentes na indústria alimentícia.

*Seleção das Ideias de Produto*

Foi realizado um exercício de análise estratégica com base nas informações compiladas na Fase 1 e na revisão documental, onde foram identificadas oportunidades de inovação a partir de subprodutos e componentes do cacau pouco aproveitados na agroindústria regional. Essa análise considerou as necessidades dos produtores locais, as tendências de consumo saudável e sustentável, e as projeções do mercado de produtos diferenciados. Como resultado, três propostas com alto potencial foram selecionadas: farinha fortificada de casca de cacau, vinho espumoso de mucilagem com extrato de maracujá, e cacau em pó com extrato de flor de Jamaica.

### Fase 3: Planejamento do Sistema Produtivo dos Processos Agroindustriais Inovadores

Nesta etapa, foi realizado o design preliminar dos sistemas produtivos para cada um dos produtos formulados, com o objetivo de estabelecer as bases técnicas e documentais para sua futura implementação em escala agroindustrial nas comunidades cacaueiras do Tolima.

As principais atividades desenvolvidas incluíram:

*Elaboração de Diagramas de Processo:* Para cada protótipo, foram construídos diagramas que descrevem de forma sequencial as etapas de produção, identificando:

- Insumos necessários (matérias-primas e ingredientes).
- Operações unitárias (como secagem, moagem, fermentação, extração, estabilização, etc.).
- Equipamentos recomendados, considerando sua disponibilidade local.
- Produtos intermediários e fluxo contínuo até o produto final.

Esses diagramas facilitaram a visualização das etapas críticas, contribuindo para o planejamento técnico, a futura validação experimental e a possível adoção pelas associações de produtores locais.

*Revisão de Requisitos Técnicos e Normativos:* Foram analisadas as normas colombianas aplicáveis à transformação do cacau, incluindo Boas Práticas de Fabricação (BPF), exigências sanitárias do INVIMA e regulamentações específicas para derivados do cacau. Também foram definidos os requisitos técnicos dos equipamentos e as condições operacionais recomendadas.

*Identificação de Pontos Críticos de Controle (PCC):* A partir dos diagramas, foram determinadas as etapas sensíveis do processo, propondo medidas de controle para garantir a qualidade e segurança dos produtos. Estabeleceram-se critérios de qualidade físico-químicos e sensoriais com base em referências técnicas do setor.

Cabe destacar que esta fase teve caráter conceitual e técnico, sem a realização de testes piloto, consolidando modelos teóricos que servirão de base para o desenvolvimento futuro dos produtos.

**Fase 4: Compartilhamento de Propostas, Padronização de Processos e Capacitação Comunitária**

Nesta etapa final, foram apresentadas às comunidades cacaueiras as propostas dos produtos inovadores desenvolvidos ao longo do projeto, com o objetivo de validar sua viabilidade técnica e comercial junto à associação ASOAGROCAI. Esse momento permitiu o diálogo direto com os produtores, promovendo o envolvimento ativo na construção de soluções adaptadas à realidade local.

Paralelamente, foi realizada a padronização dos processos dos produtos já realizados pela associação, como barra de chocolate, bombons, sabajon, entre outros, com foco na melhoria da qualidade dos produtos e na conformidade com exigências normativas e de mercado.

Complementando essas ações, foi conduzida uma capacitação empresarial voltada à obtenção do registro sanitário junto ao INVIMA, à elaboração da tabela nutricional e à etiquetagem de produtos. A atividade contou com a participação de produtores locais e representantes da ASOAGROCAI, fortalecendo as capacidades organizacionais e promovendo a transferência de conhecimento técnico.

Essa fase consolidou os resultados do projeto, reforçando o compromisso com a inovação, a sustentabilidade e a inclusão social no setor cacaueiro regional.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Fase 1 – Diagnóstico das tecnologias utilizadas no processamento do cacau

Foram realizadas visitas às fazendas Villa Ana e Casa Blanca, ambas pertencentes à associação ASOAGROCAI. Foram analisadas as técnicas utilizadas em todo o processo, desde o cultivo (plantio e cuidados com a colheita) até a colheita e o processamento, resultando em produtos como chocolates e chocolate de mesa.

***Principais descobertas:***

- Processamento artesanal com baixo uso de tecnologia nas etapas de fermentação, secagem, torrefação e refino.
- Uso de práticas ecológicas no cultivo, sem fertilizantes químicos ou pesticidas.
- Fermentação realizada em caixas de madeira por 5 a 7 dias, com revolvimento periódico.
- Secagem dos grãos ao sol, com variação de tempo conforme as condições climáticas.
- Torrefação manual em panelas até os grãos atingirem cor escura e começarem a saltar.
- Moinho manual para obtenção de pasta de cacau, com possibilidade de adição de leite e açúcar.
- Refinamento do chocolate por até 24 horas, com recomendação de redução para evitar sabores amargos.
- Produção de bombons, chocolate de mesa e barras doces com moldagem artesanal (Figura 1).
- Comercialização dos produtos por meio de redes sociais e clientes locais sob a marca 'Yuma Chocolat'.
- Infraestrutura básica disponível na sede da associação para transformação do cacau.
- Presença de variedades CCN51 e CCS77 nas plantações (Figura 2).
- Registro sanitário apenas para um produto da associação.
- Necessidade de formalização da tabela nutricional e instruções de uso nas embalagens.
- Interesse da associação em desenvolver bebida fermentada com mucilagem de cacau.
- Proposta de ampliação do portfólio com cacau em pó.
- Identificação da necessidade de aproveitamento de subprodutos como cascas e placenta do fruto.
- Participação ativa de mulheres na tomada de decisões e transformação de matérias-primas.
- Aumento da participação de jovens nas atividades agrícolas e organizacionais.

Figura 1 – *Produtos realizados pela associação ASOAGROCAI*
Fonte: Autores, 2025

Figura 2 –*Variedades de Cacao CCN51 (Esquerda) y CCS77 (Direita)*
Fonte: Autores, 2025

As visitas às fincas Villa Ana e Casa Blanca revelaram que os processos de transformação do cacau são majoritariamente artesanais, com fermentação em caixas de madeira, secagem ao sol e moagem manual. A Finca Casa Blanca, sede da ASOAGROCAI, possui melhor infraestrutura, mas ainda carece de laboratório para controle de qualidade. A associação demonstrou forte participação feminina e abertura à inovação.

Esses achados confirmam que a falta de infraestrutura agroindustrial reduz em até 40% a rentabilidade das associações. A baixa tecnificação também compromete a qualidade sensorial do grão, afetando sua competitividade (4, 5, 6).

**Fase 2 – Formulação de novos produtos com base em subprodutos do cacau**

Dando continuidade ao diagnóstico realizado nas fazendas da associação ASOAGROCAI e com o objetivo de promover os atuais processos agroindustriais que também podem ajudar outras associações de cacau, foram formulados três produtos inovadores:

***Farinha de casca de cacau fortificada***

A farinha de casca de cacau fortificada representa uma alternativa sustentável e inovadora para o aproveitamento de subprodutos da cadeia produtiva do cacau, como a casca e a placenta do fruto, tradicionalmente considerados resíduos. Estudos recentes demonstram que esses materiais possuem alto valor nutricional, sendo ricos em fibras, compostos fenólicos e antioxidantes naturais, o que os torna ideais para aplicações em panificação funcional, confeitaria e lanches saudáveis (12, 13). Além de contribuir para a saúde intestinal e a prevenção de doenças crônicas, esse produto promove uma economia circular ao transformar resíduos em insumos valiosos, gerando renda adicional para os produtores e reduzindo o impacto ambiental do descarte (14). Assim, a farinha de casca de cacau se alinha às tendências atuais de sustentabilidade na agricultura e na alimentação, fortalecendo a agroindústria local com produtos de alto valor agregado.

***Vinho espumante de mucilagem com maracujá***

O vinho espumoso elaborado a partir da mucilagem do cacau (*Theobroma cacao L.*) representa uma proposta inovadora e sustentável para o aproveitamento de um subproduto abundante e pouco valorizado na cadeia produtiva do chocolate. Rico em açúcares e compostos bioativos, a mucilagem possui alto valor nutricional e funcional, sendo ideal para

processos fermentativos que resultam em bebidas com perfil sensorial atrativo e benefícios à saúde, como melhora da digestão e fortalecimento do sistema imunológico (15, 16). A transformação desse resíduo em vinho espumoso saborizado com maracujá — ou outras frutas tropicais — permite diversificar o portfólio dos produtores, gerar novas fontes de renda e atender à demanda crescente por produtos naturais e saudáveis. Além disso, essa prática contribui para a economia circular e a redução do impacto ambiental, ao minimizar o descarte de resíduos orgânicos e promover o uso integral do fruto do cacau (8, 14).

***Cacau em pó com extrato de flor de Jamaica***

O cacau em pó enriquecido com extrato de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) é um produto funcional e inovador que combina os atributos nutricionais e sensoriais do cacau com as propriedades medicinais da flor de Jamaica, reconhecida por seu alto teor de vitamina C, antioxidantes e compostos anti-inflamatórios. Essa combinação resulta em um pó aromático, ácido e refrescante, ideal para bebidas, sobremesas e alimentos saudáveis, com benefícios como a redução da pressão arterial e o fortalecimento da saúde cardiovascular (17). Do ponto de vista econômico, o produto atende à crescente demanda por alimentos naturais e funcionais, ampliando o portfólio dos produtores e abrindo espaço em mercados especializados. Ambientalmente, o cultivo do hibisco pode ser realizado em áreas ociosas, promovendo práticas agrícolas sustentáveis e reduzindo o uso de agroquímicos, o que contribui para o desenvolvimento rural responsável e para a conservação dos recursos naturais.

**Fase 3 – Desenho dos sistemas produtivos**

Para cada um dos produtos selecionados na Fase 2 – Formulação de Novos Produtos, e com o propósito de fortalecer a competitividade do setor cacau regional do Departamento de Tolima, foram elaborados diagramas de processo com base nas atividades necessárias para sua elaboração, relacionados da seguinte forma:

- A Figura 3 para o processo de elaboração de Farinha de Casca de Cacau Fortificada.

- A Figura 4 para o processo de Vinho Espumoso de Mucilagem de Cacau.

- A Figura 5 para o processo de elaboração de Cacau em Pó com Extratos Naturais.

*Descrição por Etapas do Processo de Farinha de Casca de Cacau Fortificada*

Recepção e acondicionamento da matéria-prima: Recebem-se as cascas de cacau provenientes de processos de beneficiamento e são divididas em quantidades separadas, caso se deseje trabalhar com vários lotes.

Seleção: Separam-se e descartam-se as cascas que não podem ser utilizadas no processo, como aquelas que apresentam algum grau de ataque microbiano/decomposição.

Limpeza e desinfecção: As cascas são lavadas para remover sujeira e/ou elementos estranhos, verificando a qualidade delas. A desinfecção é realizada com NaClO (Hipoclorito de sódio) com posterior enxágue com água para remover resíduos do desinfetante.

Corte: O tamanho das cascas é reduzido em cortes de 2cm x 2cm para melhorar a eficiência da secagem. Uso de facas industriais ou trituradoras.

Secagem: A secagem é realizada utilizando um secador de bandejas (a 65°C durante 24 horas) até reduzir a umidade inicial a 10%. Também é possível realizar a secagem natural (luz solar) até atingir o mesmo nível de umidade de 10%.

Moagem: A casca seca é reduzida a partículas finas através do uso de um moinho manual. É aqui que se deve garantir um grau de granulometria adequado (0,1mm a 0,6mm) para melhorar sua funcionalidade em produtos alimentícios.

Incorporação de antioxidantes: Adiciona-se uma mistura de extratos de frutas ricas em polifenóis (açaí, mirtilos ou cúrcuma) através de pulverização homogênea sobre as cascas secas ou misturando com a farinha desidratada.

Peneiração: A farinha é peneirada usando uma peneira metálica com o objetivo de separar as partículas grossas da farinha. 74 Embalagem: Utilizam-se sacos de polietileno (LDPE) selados hermeticamente. Como embalagem secundária, consideram-se caixas de papelão biodegradáveis para evitar contaminação.

Armazenamento: O produto deve ser mantido em temperatura ambiente em um local seco e fresco para evitar deterioração por umidade. Não se deve esquecer o controle de pragas, assegurando a inocuidade do produto.

*Descrição por Etapas do Processo de Vinho Espumoso de Mucilagem de Cacau*

Recepção e acondicionamento da matéria-prima: Os frutos de cacau chegam à planta de produção. Nesta etapa, é realizada uma inspeção para verificar a qualidade, maturidade e estado sanitário dos frutos.

Seleção: Os frutos de cacau são inspecionados visualmente para descartar aqueles que apresentam danos físicos, sinais de fermentação indesejada ou infestação por pragas. Somente os frutos em ótimas condições continuam no processo, garantindo assim a qualidade do produto.

Limpeza e desinfecção: Os frutos selecionados são lavados com água potável com o objetivo de remover qualquer resíduo de sujeira e outros contaminantes superficiais. Em seguida, aplica-se uma solução desinfetante de NaClO (Hipoclorito de sódio) adequada para alimentos com o intuito de reduzir a carga microbiológica. Por fim, é feito um enxágue utilizando água limpa para remover qualquer vestígio da solução desinfetante.

Extração da mucilagem: Nesta fase, procede-se à abertura dos frutos de cacau, seja de maneira manual ou por equipamentos mecânicos. A mucilagem é separada das sementes por processos mecânicos ou por prensagem, e depois é filtrado para eliminar impurezas e obter um líquido limpo, pronto para a preparação do mosto.

Preparação do mosto: A mucilagem extraída é submetida a um controle de qualidade onde se mede seu teor de açúcares (°Brix) e é ajustado, se necessário, com a adição de açúcar. São incorporadas leveduras selecionadas, como Saccharomyces bayanus, para realizar a fermentação.

Adição de extrato de maracujá: Para potencializar o perfil sensorial do produto, é incorporado o extrato de maracujá, que traz notas ácidas e aromáticas. Em seguida, a mistura é homogeneizada para garantir uma distribuição equitativa do extrato no mosto. Fermentação primária (5-7 dias a 16-18°C): O mosto enriquecido inicia a fermentação alcoólica sob condições controladas de temperatura (16-18°C) durante um período de 5 a 7 dias. Durante esta fase, a densidade e a atividade das leveduras são monitoradas

constantemente para garantir um processo ótimo. Ao final, é realizado um trasiego para eliminar sedimentos grossos.

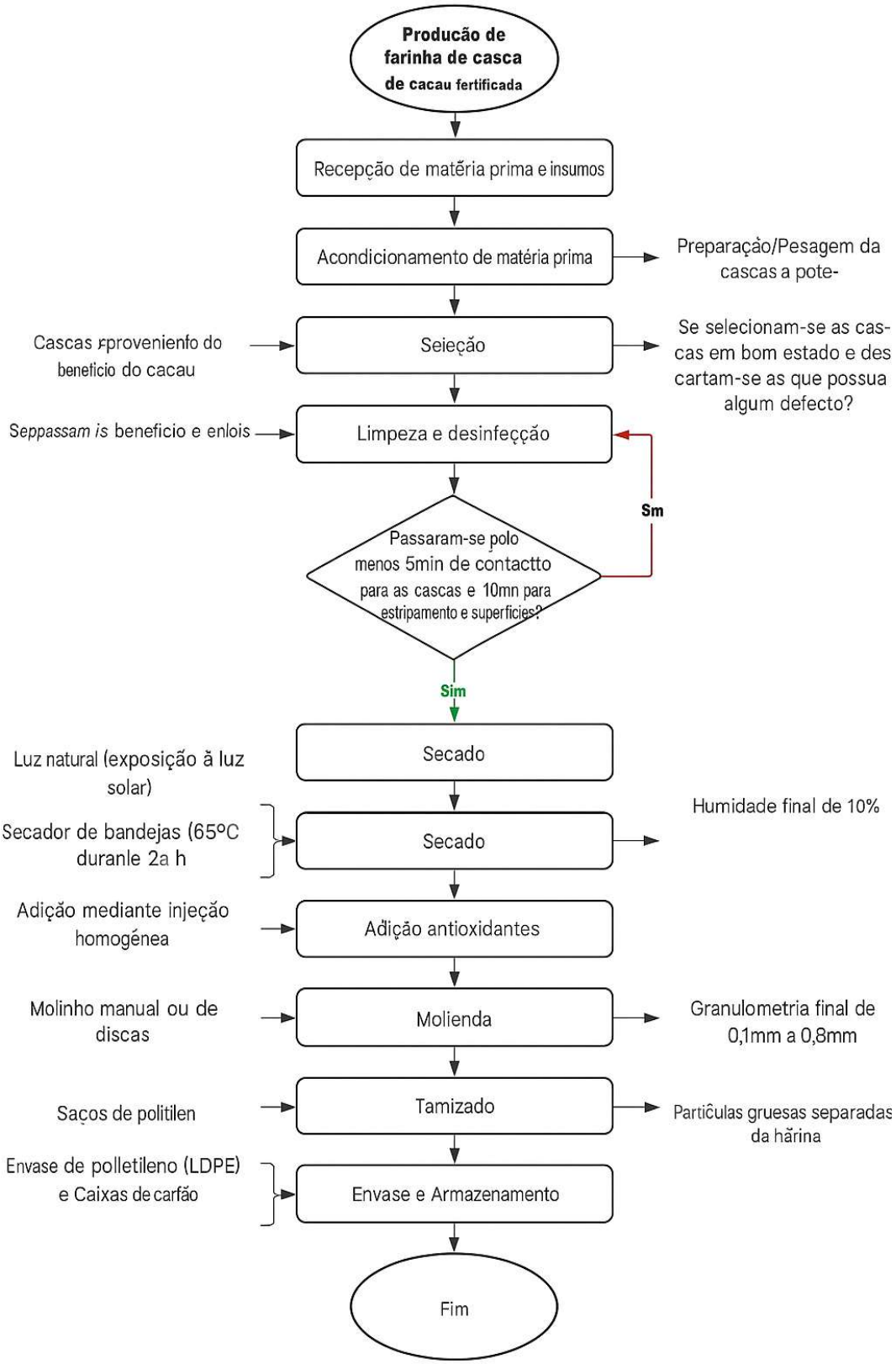



Figura 3 – *Diagrama do processo de farinha de casca de cacau fortificada*
Fonte: Autores, 2025

Fermentação secundária (10-15 dias): Após a fermentação primária, o mosto é transferido para outro tanque onde continua a fermentação secundária por um período de 10 a 15 dias. Durante este tempo, pode-se realizar uma maceração a frio com polpa de maracujá para reforçar o perfil de sabor.

Preparação para espumoso: Para transformar o vinho em um espumoso, adiciona-se um licor de tiragem composto por uma mistura de açúcar e leveduras. Dependendo do método de produção, o líquido é engarrafado em recipientes resistentes à pressão ou submetido à fermentação em tanques pressurizados (método Charmat). Essa fermentação tem uma duração mínima de 30 dias a temperaturas controladas entre 12 e 15°C.

Maturação e remoção de sedimentos: No método tradicional, utilizam-se pupitres para girar as garrafas periodicamente e concentrar os sedimentos no gargalo. Posteriormente, realiza-se o dégorgement para eliminar esses sedimentos e adiciona-se um licor de expedição que ajusta o nível de doçura do produto.

Selagem e Rotulagem: Uma vez que o espumante está pronto, as garrafas são seladas com cortiça e bozal metálico para suportar a pressão interna. Em seguida, são rotuladas com as informações do produto, incluindo sua origem, composição e certificações de qualidade.

Armazenamento e Distribuição: O produto é armazenado em adegas sob condições controladas de temperatura e umidade até sua distribuição.

*Descrição por Etapas do Processo de Cacau em Pó com Extratos Naturais*

Recepção e acondicionamento da matéria-prima: Os frutos de cacau chegam à planta de produção. Nesta etapa, é realizada uma inspeção para verificar a qualidade, maturidade e estado sanitário dos frutos.

Seleção: Os frutos de cacau são inspecionados visualmente para descartar aqueles que apresentam danos físicos, sinais de fermentação indesejada ou infestação por pragas. Somente os frutos em condições ótimas continuam no processo, garantindo assim a qualidade do produto.

Limpeza e desinfecção: Os frutos selecionados são submetidos inicialmente a uma lavagem com água potável, com o objetivo de remover sujeira e contaminantes presentes na superfície. Posteriormente, aplica-se uma solução desinfetante à base de hipoclorito de sódio (NaClO), adequada para uso alimentar, com o propósito de diminuir a carga microbiana. Para finalizar, é realizado um enxágue com água limpa que permite eliminar qualquer resíduo do agente desinfetante.

Extração das sementes: Nesta fase, procede-se à abertura dos frutos de cacau, seja de maneira manual ou por meio de equipamentos mecânicos. Durante este passo, é preciso ter cuidado ao abrir os frutos para não quebrar ou danificar os grãos de cacau.

Fermentação: O processo de fermentação é realizado em caixas de madeira durante um período de 5 a 7 dias. Após 36 horas de repouso inicial, continua-se mexendo a massa de grãos a cada 24 horas para liberar o $CO_2$ produzido e facilitar o processo de oxidação. Secagem: Tradicionalmente, a secagem do cacau é realizada expondo-o à luz solar direta de 2 a 3 dias em climas quentes, e de 6 a 7 dias em clima chuvoso, sem deixá-lo molhar.

Tostado: Com uma equipe ou forno tostador, pode-se realizar a torra dos grãos a 120°C durante 25 minutos; caso contrário, podem-se torrar manualmente em frigideiras até que os grãos adquiram uma coloração preto-marrom escuro, e se para quando os

grãos começam a "pular" na frigideira. Após um período de descanso para esfriar os grãos, procede-se com a descascagem para separar a casca do grão e deixar as amêndoas limpas.

Primeira moagem: As amêndoas de cacau torradas e descascadas são moídas até obter uma pasta quase líquida. De acordo com a quantidade de pasta obtida, pode-se calcular as quantidades dos demais ingredientes a serem usados.

Mistura: Uma vez calculadas as quantidades dos ingredientes a serem usados, procede-se a homogenizá-los manualmente.

Segunda moagem: Realiza-se para dar uma melhor homogeneização e textura do produto da etapa anterior.

Sifração: A mistura é passada por uma peneira metálica para separar as partículas grossas que possam ter permanecido ou algum material estranho. Dessa etapa obtém-se o cacau em pó com uma textura mais fina. Embalagem: O cacau em pó é embalado hermeticamente em sacos de polietileno (LDPE) devidamente etiquetados e rotulados. Armazenamento/Distribuição: O produto deve ser mantido em temperatura ambiente, em um ambiente fresco, seco e protegido da exposição direta à luz solar.

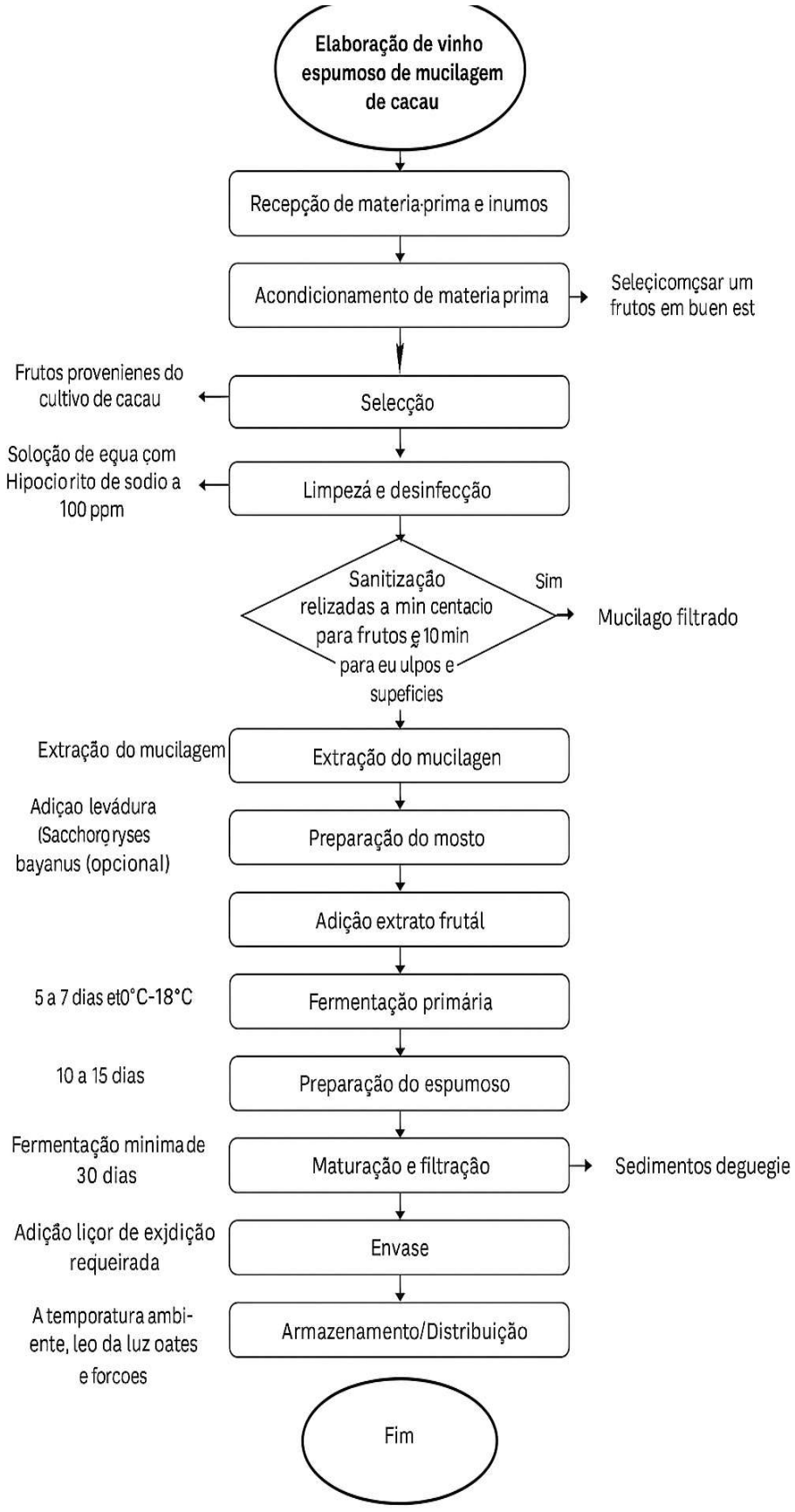



Figura 4 – *Diagrama do processo de Vinho Espumoso de Mucilagem de Cacau*
Fonte: Autores, 2025

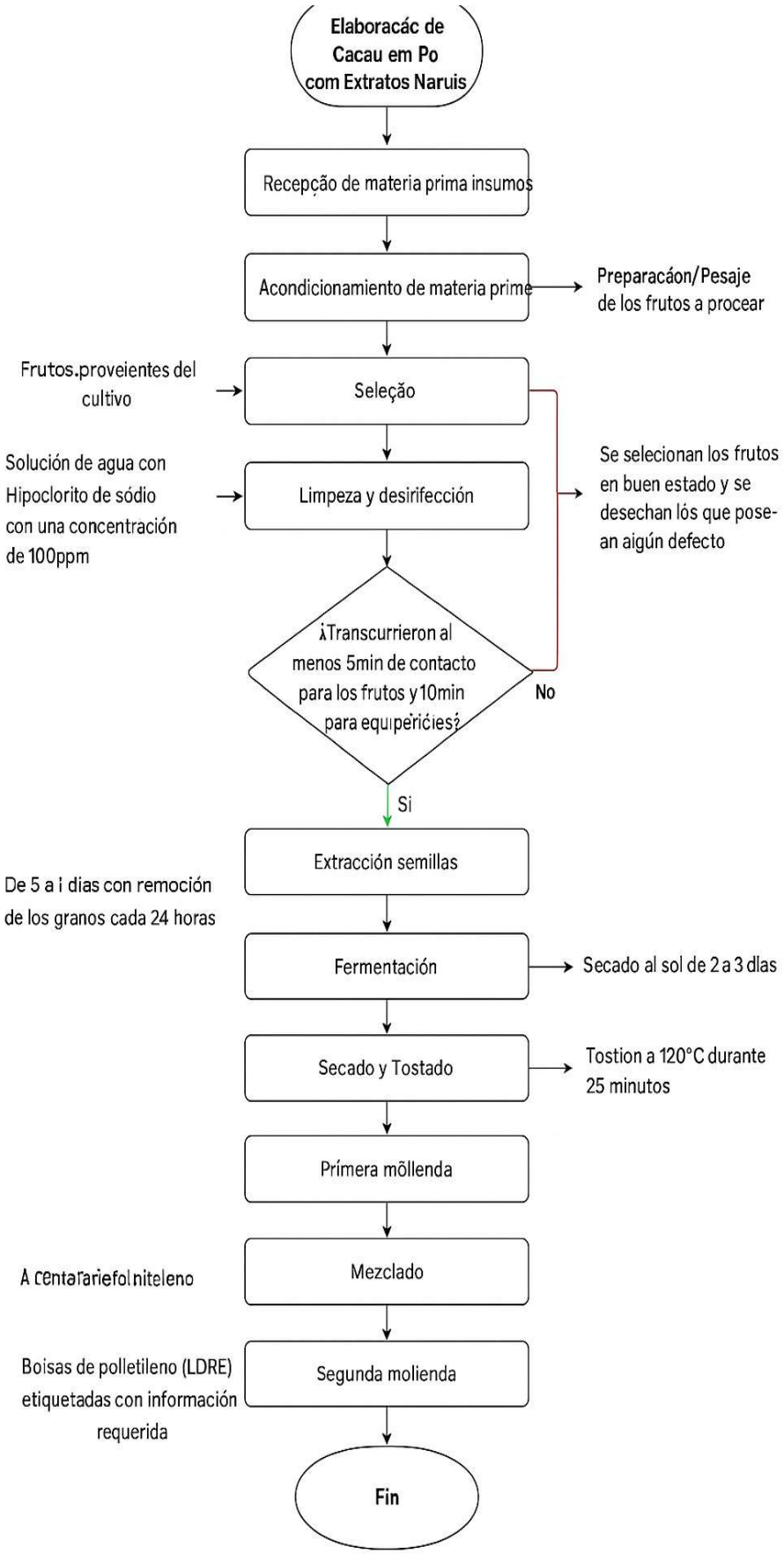



Figura 4 – *Diagrama do processo de elaboração de Cacau em Pó com Extratos Naturais*
Fonte: Autores, 2025

**Fase 4: Compartilhamento de Propostas, Padronização de Processos e Capacitação Comunitária**

Durante a etapa final do projeto, foram apresentadas às comunidades cacaueiras as propostas dos produtos inovadores desenvolvidos, permitindo a validação participativa das ideias e o alinhamento com as necessidades locais. A receptividade dos produtores da ASOAGROCAI demonstrou interesse em incorporar essas soluções, especialmente aquelas que aproveitam subprodutos do cacau e agregam valor à produção artesanal existente.

Simultaneamente, foram entregues os fluxogramas dos produtos já comercializados pela associação, com o objetivo de melhorar a qualidade dos produtos e facilitar sua conformidade com exigências técnicas e sanitárias.

Por fim, foi realizada uma capacitação empresarial voltada à obtenção do registro sanitário junto ao INVIMA, à elaboração da tabela nutricional e à etiquetagem de produtos. A atividade contou com participação ativa dos produtores locais, fortalecendo as capacidades organizacionais da ASOAGROCAI e promovendo a formalização de seus produtos. Essa ação está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 8, 9 e 12, que tratam respectivamente de trabalho decente e crescimento econômico, indústria, inovação e infraestrutura, e consumo e produção responsáveis (18).

Figura 5 –*Capacitação para* a associação *ASOAGROCAI Fazenda Casa Blanca-Ibagué-Tolima (2025)*

Fonte: Autores, 2025

Figura 6 – Participação ativa dos membros da associação *ASOAGROCAI* em *Fazenda Casa Blanca-Ibagué-Tolima (2025)*

Fonte: Autores, 2025

## CONCLUSÕES

A criação de produtos agroindustriais inovadores a partir do cacau (*Theobroma cacao L.*) cultivado no departamento do Tolima representa uma estratégia eficaz para agregar valor à produção regional, promover a sustentabilidade e fortalecer as capacidades das associações cacauicultoras. A formulação de farinha de casca de cacau fortificada, vinho espumoso de mucilagem com maracujá e cacau em pó com extrato de flor de Jamaica demonstrou viabilidade técnica, econômica e ambiental, alinhando-se às tendências de consumo saudável e à valorização de subprodutos.

A padronização dos processos existentes e o desenho de sistemas produtivos para os novos produtos permitiram estabelecer modelos replicáveis, que podem ser adotados por outras associações da região. A capacitação empresarial realizada contribuiu para a formalização dos produtos e o fortalecimento organizacional, promovendo a inclusão social e o empoderamento de mulheres e jovens no setor cacauicultor.

Conclui-se que a inovação agroalimentar com base no cacau colombiano é uma ferramenta poderosa para impulsionar o desenvolvimento regional, aumentar a competitividade dos produtores e posicionar o cacau tolimense em mercados especializados. O projeto contribui diretamente para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente os ODS 8 (trabalho decente e crescimento econômico), ODS 9 (indústria, inovação e infraestrutura) e ODS 12 (produção e consumo responsáveis).

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à **Universidade Nacional Aberta e a Distância – UNAD** pela disposição dos recursos acadêmicos, técnicos e logísticos que possibilitaram a realização desta pesquisa. O apoio institucional foi fundamental para o desenvolvimento das atividades de campo, a formulação dos produtos inovadores e a capacitação das comunidades cacauicultoras envolvidas no projeto.

## REFERÊNCIAS

(1) Fedecacao. (2015). Guía técnica para el cultivo del cacao (6.a ed.). Sitio web: https://canacacao.org/wp-content/uploads/FEDECACAO-GUIA-TECNICA-2015-BAJA-1.pdf

(2) Aguirre, J. (2022, 17 abril). Cacao, el cultivo sostenible que se consolida en el Tolima. https://www.elnuevodia.com.co/nuevodia/economica/agronegocios/486547-cacao-el-cultivo-sostenible-que-se-consolida-en-el-tolima

(3) Fedecacao. (2025, enero). Colombia reportó en 2024 producción histórica de cacao. Sitio web: https://www.fedecacao.com.co/post/colombia-report%C3%B3-en-2024-producci%C3%B3n-hist%C3%B3rica-de-cacao

(4) Agrosavia. (2023, 24 agosto). El Cacao una historia que se está escribiendo. https://www.agrosavia.co/noticias/el-cacao-una-historia-que-se-est%C3%A1-escribiendo

(5) El cronista. (2024, 28 febrero). El cacao, cultivo que crece vertiginosamente en el Tolima. Sitio web: https://elcronista.co/actualidad/el-cacao-cultivo-que-crece-vertiginosamente-en-el-tolima

(6) Montoya, I., Montoya, L. & Lowy, P. (2015, junio) Oportunidades para la actividad cacaotera en el municipio de Tumaco, Nariño, Colombia. Revista Entramado, 11(1), 48-59. Sitio web: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032015000100004
(7) Gomez, M., Gonzalez, L., Bravo, L., Vaquero, M., Bastida, S. & Sanchez, F. (2011, abril). Efectos beneficiosos del chocolate en la salud cardiovascular. Revista Nutrición Hospitalaria, 26(2). Sitio web: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112011000200007
(8) Vasquez, L., Pulgar, N., Ponce, G., & Palma, J. (2023, 31 diciembre). Valorización del mucílago de cacao, estrategias para mitigar el desperdicio y fomentar la sostenibilidad. Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo, 4(8), 47-56. Sitio web: https://doi.org/10.56519/qsm0mq41
(9) COLOMBIA. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos – INVIMA. *Guía de Buenas Prácticas de Manufactura para alimentos*. Bogotá: INVIMA, (s.d.). Disponível em: https://www.invima.gov.co. Acesso em: 19 ago. 2025.
(10) FEDECACAO. *Guía técnica para el cultivo del cacao*. 6. ed. Bogotá: Federación Nacional de Cacaoteros, 2015. Disponível em: https://canacacao.org/wp-content/uploads/FEDECACAO-GUIA-TECNICA-2015-BAJA-1.pdf. Acesso em: 19 ago. 2025.
(11) COLOMBIA. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos – INVIMA. *Requisitos sanitarios para productos derivados del cacao*. Bogotá: INVIMA, (s.d.). Disponível em: https://www.invima.gov.co. Acesso em: 19 ago. 2025.
(12) Gil, A., Cañas, S., Monedero, I., Rebollo, M., Rodriguez, P., Benitez, V., Arribas, S., Martin, M. & Aguilera, Y. (2024, 24 septiembre). *Uncovering cocoa shell as a safe bioactive food ingredient: Nutritional and toxicological breakthroughs*. Revista *Future Foods*, 10. Sitio web: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833524001667
(13) Gonzalez, L., Arcila, M., Gomez, M., & Trujillo, N. (2021, 23 noviembre). Evaluación del comportamiento de la harina de cáscara de mazorca de cacao en la elaboración de dos productos alimenticios. Revista SENNOVA: Sitio web: https://doi.org/10.23850/23899573.4257
(14) Chico, M. (2022, 28 diciembre). *Valorization of Cocoa by Products: Applications and Perspectives in the Food Industry*. Revista Alimentos Ciencia e Ingeniería, 29(2), 57-101. https://doi.org/10.31243/aci.v29i2.1857
(15) Rodriguez, R., Guerrero, R., Valero, A., Franco, J., & Posada, G. (2024, 24 mayo). *Cocoa Mucilage as a Novel Ingredient in Innovative Kombucha Fermentation*. Revista *Foods*, 13(11). Sitio web: https://doi.org/10.3390/foods13111636
(16) Morales, A. (2022). Aplicación de mucílago de cacao como fuente de azúcares en el proceso fermentativo del scoby (Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast) para obtener una bebida fermentada. Repositorio Digital UTEQ (Universidad Técnica Estatal de Quevedo). Sitio web: https://repositorio.uteq.edu.ec/items/ca502076-e3da-440f-9ea4-a515e0bc7d51
(17) Montaño, O., Corona, J., Ortega, A. & Garnica, J. (2024, 19 agosto). La flor de Jamaica como producto estratégico para la salud humana en el contexto de México. Revista Inter Disciplina, 12(33). Sitio web: https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2024.33.88242
(18) NAÇÕES UNIDAS. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: https://www.un.org/sustainabledevelopment/pt/. Acesso em: 19 ago. 2025.

# POTENCIAL NUTRICIONAL DA BATATA-DOCE NA FORMULAÇÃO DE PÃO DE QUEIJO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS

# NUTRITIONAL POTENTIAL OF SWEET POTATO IN THE FORMULATION OF CHEESE BREAD: A COMPARATIVE ANALYSIS WITH INDUSTRIALIZED PRODUTCS

**DOI: 10.65747/conali2025v1c16**

**Vitória Carolina Spósito de Lima[1]; Jefferson Iago Galdino da Silva[2]; Hélen Maria Lima da Silva[2]**

[1]Estudante do Curso de Gastronomia – Faculdade Senac Pernambuco – SENAC;
[2]Docente/pesquisador do Depto de Gastronomia – Faculdade Senac Pernambuco – SENAC.

Contato: vitoria.lima0020015748@edu.pe.senac.br

**Resumo:** O pão de queijo é um alimento típico brasileiro, originário de Minas Gerais, amplamente consumido e caracterizado pela ausência de glúten devido a substituição da farinha de trigo pela fécula de mandioca, o que o torna acessível a celíacos e pessoas que buscam dietas isentas dessa proteína. Apesar de sua popularidade e de suas propriedades sensoriais valorizadas, apresenta limitações nutricionais, com baixos teores de fibras, vitaminas e minerais. Diante da crescente demanda por alimentos mais saudáveis e funcionais, a batata-doce (*Ipomoea batatas L.*) surge como alternativa promissora, por fonte de fibras, minerais e nutrientes relevantes, além de contribuir para a prevenção de doenças. Nesse contexto, esta pesquisa teve como objetivo desenvolver uma formulação de pão de queijo com batata-doce, elaborada no Laboratório de Gastronomia da Faculdade Senac Pernambuco, e compará-la nutricionalmente a pães de queijo industrializados disponíveis no mercado. A metodologia adotada foi experimental e comparativa, envolvendo a padronização da receita, coleta de dados nutricionais de quatro marcas comerciais e análise descritiva no *software Microsoft Excel* ® 2021. Os resultados mostraram que a formulação com batata-doce apresentou menor valor energético (254 kcal/100 g), menor teor de carboidratos (18 g/100 g), redução significativa de sódio (368 mg/100 g) e gordura saturadas (1,7g/100 g), além de maior teor de fibras (2 g/100 g), mantendo aporte proteico satisfatório (13 g/100 g). Esses achados confirmam o potencial da batata-doce na melhoria do perfil nutricional de pães de queijo, configurando como alternativa tecnológica viável e alinhada às recomendações de saúde pública, promovendo novação em alimentos tradicionais sem comprometer a qualidade sensorial.

**Palavras–chave:** análise comparativa; batata-doce; pão de queijo; potencial nutricional; produtos industrializados

**Abstract:** Cheese bread is a traditional Brazilian food, originally from Minas Gerais, widely consumed and characterized by the absence of gluten due to the replacement of wheat flour with cassava starch, which makes it suitable for celiac individuals and for those who follow gluten-free diets. Despite its popularity and valued sensory properties, it presents nutritional limitations, such as low levels of fiber, vitamins, and minerals. Considering the growing demand for healthier and functional foods, sweet potato (Ipomoea batatas L.) emerges as a promising alternative, since it is a source of fiber, minerals, and relevant nutrients, in addition to contributing to disease prevention. In this context, the present research aimed to develop a cheese bread formulation with sweet potato, produced at the Gastronomy Laboratory of Senac Pernambuco College, and to compare its

nutritional profile with that of industrialized cheese breads available on the market. The adopted methodology was experimental and comparative, involving recipe standardization, collection of nutritional data from four commercial brands, and descriptive analysis using Microsoft Excel ® 2021. The results demonstrated that the sweet potato formulation presented lower energy value (254 kcal/100 g), lower carbohydrate content (18 g/100 g), significant reduction of sodium (368 mg/100 g) and saturated fat (1.7 g/100 g), as well as higher fiber content (2 g/100 g), while maintaining a satisfactory protein supply (13 g/100 g). These findings confirm the potential of sweet potato to improve the nutritional profile of cheese bread, representing a viable technological alternative aligned with public health recommendations, and promoting innovation in traditional foods without compromising sensory quality.

**Keywords:** Brazilian cheese bread; comparative analysis; nutritional potential; processed produtcts; sweet potato

## 1. INTRODUÇÃO

O pão de queijo é um alimento tipicamente brasileiro, tradicionalmente associado ao Estado de Minas Gerais, e amplamente difundido em diversas regiões do país (1). Diferentemente de outros produtos de panificação, esse alimento não contém glúten, uma vez que em sua formulação, substitui a farinha de trigo pela fécula de mandioca, que pode ser utilizada em sua forma nativa, fermentada naturalmente ou modificada. Essa característica amplia suas possibilidades de consumo, especialmente para indivíduos celíacos ou que buscam dietas isentas de glúten (2).

Nos últimos anos, a crescente demanda por alimentos que, além de nutritivos e saborosos, também promovam benefícios à saúde, tem incentivado o desenvolvimento de pesquisas voltadas para a incorporação de ingredientes funcionais em formulações tradicionais. No caso do pão de queijo, a adição de novos componentes deve ocorrer sem comprometer propriedades sensoriais e tecnológicas, como textura, aparência e sabor, que são fatores determinantes para sua aceitação no mercado (3).

A formulação desse produto pode variar conforme o tipo de queijo utilizado, sendo o queijo Minas maturado o mais frequentemente empregado. Em relação ao amido, observa-se a preferência pelo polvilho azedo em detrimento do polvilho doce, uma vez que confere propriedades tecnológicas mais adequadas ao produto, como maior volume, miolo esponjoso e elástico, além de uma crosta uniforme e de aspecto liso, características que elevam sua qualidade sensorial e tecnológica (4).

Apesar de sua ampla popularidade e atributos sensoriais valorizados, trata-se de um produto nutricionalmente limitado, visto que sua composição apresenta baixos teores de fibras, vitaminas e minerais (5). Nesse cenário, pesquisas acadêmicas em parceria com indústria têm buscado alternativas para enriquecer a formulação, tornando-o mais atrativo do ponto de vista nutricional e alinhado às atuais demandas por alimentos funcionais e saudáveis (6).

Entre as alternativas estudadas para o enriquecimento nutricional desse produto, a batata-doce (*Ipomoea batatas L.)* destaca-se por sua composição rica em fibras, minerais como cálcio,

fósforo e magnésio, além de outros nutrientes relevantes para a manutenção da saúde (7). Originária das Américas Central e do Sul, essa hortaliça integra a dieta de diferentes populações e tem sido reconhecida por seu potencial no tratamento e prevenção de doenças (8).

Nesse contexto, a utilização da batata-doce como ingrediente parcial ou substituto em formulações de pão de queijo representa uma possibilidade promissora (5). Além de contribuir para a diversificação nutricional do produto, pode atender a um público específico, como pessoas com restrições alimentares, e ampliar a competitividade desse alimento no mercado consumidor, que busca inovações alinhadas às tendências de alimentação saudável (9).

Diante dos fatos mencionados, a presente pesquisa, tem como objetivo analisar as características nutricionais de uma formulação de pão de queijo elaborada à base de batata-doce na Faculdade Senac Pernambuco, estabelecendo uma comparação com pães de queijo disponíveis no mercado, a fim de avaliar seu potencial nutricional e sua relevância como alternativa alimentar.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Elaboração do pão de queijo de batata-doce

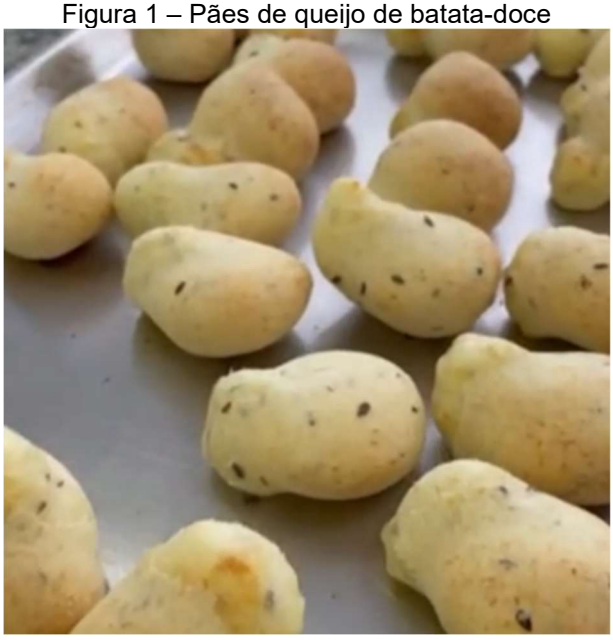
A presente pesquisa adotou uma abordagem experimental de caráter comparativo, voltada para o desenvolvimento de uma formulação de pão de queijo à base de batata-doce e sua posterior avaliação em relação a produtos similares encontrados no mercado. Esse tipo de metodologia permite padronizar o processo de elaboração, garantindo a reprodutibilidade da receita e possibilitando a análise das características nutricionais do produto.

Para tanto, foram definidos previamente os ingredientes, as etapas de preparo e as condições de cocção, de modo a assegurar uniformidade no procedimento experimental. A seguir, descrevem-se os materiais empregados e o processo de elaboração da formulação.

A formulação do pão de queijo à base de batata-doce foi elaborada no Laboratório de Gastronomia da Faculdade Senac Pernambuco. Para o preparo, foram utilizados os seguintes ingredientes: fécula de mandioca (150 g), batata-doce previamente cozida e amassada (300 g), queijo coalho (450 g), linhaça (30 g) e sal (2 g).

O processo de elaboração consistiu na homogeneização manual dos ingredientes até a obtenção de uma massa uniforme, a qual foi moldada em pequenas porções esféricas. Em seguida, as amostras foram submetidas ao processo de cocção em um forno combinado profissional, previamente aquecido a 200°C, pelo período de aproximadamente de 20 a 30 minutos, até que se obtivesse a textura e coloração característica do produto. A Figura 1 apresenta os pães de queijo desenvolvidos nessa pesquisa após o processamento de cocção.

Figura 1 – Pães de queijo de batata-doce



Fonte: Autores, 2025

Após o preparo, foram avaliados o tempo total de elaboração, o rendimento e o peso final da formulação. Essas informações foram registradas com o objetivo de padronizar o processo produtivo e possibilitar a posterior comparação das características nutricionais e sensoriais da formulação experimental com pães de queijo disponíveis no mercado.

### 2.2. Coleta de dados de pães de queijos comercializados e industrializados no mercado

A coleta de dados foi realizada com o objetivo de obter informações nutricionais de pães de queijo comercializados e industrializados disponíveis no mercado. Inicialmente, procedeu-se a um mapeamento em supermercados, padarias e estabelecimentos de grande circulação, localizados na região de estudo, contemplando marcas de ampla aceitação pelo consumidor. A seleção das amostras seguir critérios de acessibilidade, popularidade e representatividade no mercado, priorizando produtos de diferentes fabricantes, de modo a possibilitar uma análise comparativa ampla.

Foram adquiridas quatro amostras distintas de pães de queijo industrializados, devidamente identificadas e catalogadas. As informações nutricionais foram coletadas diretamente dos rótulos, conforme a legislação vigente de rotulagem nutricional estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que regulamenta a obrigatoriedade de descrição dos valores de energia, carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibras alimentares e sódio.

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e tratados de forma padronizada para permitir a comparação entre as amostras. Essa etapa teve como finalidade verificar diferenças nutricionais entre os produtos industrializados e a formulação de pão de queijo com batata doce desenvolvida na pesquisa, estabelecendo parâmetros objetivos de análise.

### 2.3 Processamento dos dados

Após a coleta das informações nutricionais dos pães de queijo comercializados e industrializados, os dados foram organizados em planilhas eletrônicas no *software Microsoft Excel* ® 2021, permitindo a sistematização e padronização das variáveis. Para cada amostra, foram tabulados os valores de energia, carboidratos, proteínas, lipídios totais, gorduras saturadas, fibras alimentares e sódio, de acordo com os dados declarados nos rótulos nutricionais.

Os dados foram expressos em valores médios por 100 g de produto, possibilitando comparações entre as diferentes formulações analisadas. Em seguida, foi realizada a normalização dos valores para assegurar uniformidade na comparação com a formulação experimental do pão de queijo com batata-doce desenvolvida no estudo.

Posteriormente, foi aplicado uma análise descritiva, com cálculo de médias e variações percentuais entre as amostras industrializadas e a formulação proposta. Esse procedimento permitiu identificar diferenças nutricionais significativas, especialmente em parâmetros relacionados ao valor energético, teor de carboidratos e sódio.

O processamento dos dados foi conduzido de forma a assegurar a confiabilidade dos resultados, garantindo clareza e objetividade na discussão comparativo entre os produtos disponíveis no mercado e o pão de queijo elaborado com batata-doce.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os dados obtidos a partir do processamento e análise dos pães de queijo de batata-doce desenvolvido e os pães de queijo industrializados e comercializados.

Tabela 1 – Comparativo de informação nutricional entre o pão de batata-doce e as amostras coletadas de pães de queijos industrializados.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

| Pão de queijo de batata doce | | | | Amostra 1 | | | Amostra 2 | | | Amostra 3 | | | Amostra 4 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Porções por embalagem: 1 porção | | | | Porções por embalagem: 8 porções | | | Porções por embalagem: 8 porções | | | Porções por embalagem: 8 porções | | | Porções por embalagem: 8 porções | | |
| Porção: 50 g 2 xícara (s) de chá | | | | Porção: 50 g (3 5/6 unidades) | | | Porção: 50 g (2 unidades) | | | Porção: 50 g (2 unidades) | | | Porção: 50 g (1 4/7unidades) | | |
| | 100 g | 50 g | % VD* | 100 g | 50 g | % VD* | 100 g | 50 g | % VD* | 100 g | 50 g | % VD* | 100 g | 50 g | % VD* |
| Valor energético (kcal) | 254 | 127 | 6% | 276 | 138 | 7% | 312 | 156 | 8% | 278 | 139 | 7% | 300 | 150 | 8% |
| Carboidratos totais (g) | 18 | 9,2 | 3% | 36 | 18 | 6% | 42 | 21 | 7% | 38 | 19 | 6% | 34 | 17 | 6% |
| Açúcares totais (g) | 2 | 1 | | 2,2 | 1,1 | | 1,5 | 0,8 | | 1,3 | 0,7 | | 1,7 | 1 | |
| Açúcares adicionados (g) | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0% |
| Proteínas (g) | 13 | 6,5 | 13% | 6,1 | 3,1 | 6% | 5 | 2,5 | 5% | 4,4 | 2,2 | 4% | 8,2 | 4,1 | 8% |
| Gorduras totais (g) | 14 | 7,2 | 11% | 12 | 6 | 9% | 14 | 7 | 11% | 12 | 5,9 | 9% | 15 | 7,3 | 11% |
| Gorduras saturadas (g) | 7,2 | 3,6 | 16% | 3,9 | 2 | 10% | 7 | 3,5 | 16% | 4 | 2 | 10% | 5,5 | 2,7 | 14% |
| Gorduras trans (g) | 0,6 | 0,3 | 15% | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0% |
| Fibra alimentar (g) | 2 | 1 | 4% | 0 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0% | 1 | 0,5 | 2% | 0 | 0 | 0% |
| Sódio (mg) | 368 | 184 | 9% | 595 | 298 | 15% | 543 | 272 | 14% | 590 | 295 | 15% | 577 | 289 | 14% |

* Percentual de valores diários fornecidos pela porção

Fonte: Autores, 2025

A análise nutricional evidenciou que o pão de queijo elaborado com batata-doce apresentou um perfil nutricional mais equilibrado em comparação às amostras tradicionais (Amostras 1-4). O produto destacou-se principalmente pela menor densidade calórica (254 kcal/100 g versus 276-312 kcal/100 g nas demais formulações), indicando uma alternativa menos energética e potencialmente mais adequada para consumidores com interesse em opções alimentares de menor densidade calórica.

Observações semelhantes foram relatadas por estudos que testaram a substituição parcial de féculas por ingredientes ricos em água e fibras, os quais verificaram redução da densidade energética das formulações finais (8,7).

No que se refere ao teor de carboidratos, a amostra com batata-doce apresentou 18 g100 g, valor substancialmente inferior às demais (33-42g/100 g). Essa redução é consistente com o efeito esperado da introdução de ingredientes com maior proporção de matéria seca não-amido e de fibras alimentares, observada por Rodrigues & Castro (5), que descrevem a batata doce como fonte de carboidratos com perfil diferente do amido isolado, contribuindo para menor concentração de carboidratos disponíveis por unidade de massa quando empregada em substituição parcial. Tais alterações são relevantes no contexto do manejo glicêmico e poderão beneficiar consumidores que buscam o controle de ingestão de carboidratos.

Quanto às proteínas, o pão de queijo de batata-doce manteve nível de 13 g/100 g, superior ao observado em algumas amostras comerciais (por exemplo 5,0 e 8,2 g/100 g). Resultados de pesquisas anteriores indicam que a substituição parcial de fécula por ingredientes vegetais proteicos ou pela combinação com queijos mais proteicos pode preservar ou até elevar o teor proteico das formulações (2,3). Assim, os achados corroboram a possibilidade de manter o aporte proteico ao empregar batata-doce, especialmente quando a formulação é ajustada (proporção de queijo, tipo de queijo e inclusão de outros ingredientes proteicos).

No perfil lipídico, a amostra com batata-doce apresentou 14 g de gordura totais/100 g – intervalo similar às formações comerciais (12-15,5 g/100g). Importante destacar, porém, que o produto desenvolvido mostrou menor teor de gordura saturadas (1,7 g/100 g) em comparação com algumas amostras (por exemplo 3,5 e 3,7 g/100 g). Trabalhos sobre reformulação nutricional têm apontado que a escolha do tipo de gordura e do queijo (teor lipídico e maturação) exerce grande

influência nesse parâmetro; assim, a redução observada nas gorduras saturadas é compatível com estratégias já descritas para diminuir lipídios de maior impacto cardiovascular sem comprometer a aceitabilidade (6; 4). Em contrapartida, estudos também alertam para a necessidade de monitoras gorduras trans e saturadas quando se modificam a matriz lipídica; recomendando, portanto, ajustes tecnológicos adicionais quando necessário (6).

Um dos resultados mais relevantes foi a redução do teor de sódio 368 mg/ 100 g no pão de queijo de batata-doce versus 543-595 mg/100 g nas amostras comerciais. A diminuição do sódio é um ganho nutricional importante, visto o vínculo entre ingestão excessiva de sódio e risco de hipertensão. A literatura destaca iniciativas de reformulação visando redução de sódio em alimentos processados, incluindo produtos panificados, sem perda significativa de aceitabilidade sensorial quando combinadas com estratégias que realce o sabor e uso de ingredientes substitutos (6). Portanto, o resultado obtido alinha-se a evidências que mostram a viabilidade prática e nutricional de reduzir sódio em produtos tradicionais.

Adicionalmente, o conteúdo de fibras (2 g/100 g) observado na amostra com batata-doce supera o encontrado na maioria das amostras comerciais avaliadas (0-1 g/100 g). Esse acréscimo confere melhoria qualitativa ao perfil nutricional, uma vez que a presença de fibra está associada a benefícios fisiológicos (saciedade, regulação glicêmica e saúde intestinal). Estudos que incorporam batata-doce em massas e pães também relataram aumento de fibras e minerais (5; 8), evidenciando os resultados dessa pesquisa.

Em síntese, os resultados dessa pesquisa confirmam e ampliam evidências da literatura: a incorporação parcial da batata-doce em formulações tradicionais, de pão de queijo pode reduzir a densidade energética e o teor de carboidratos, aumentar o conteúdo de fibras e manter ou melhorar o aporte proteico, ao mesmo tempo, em que possibilita estratégias de redução de sódio e gorduras de maior impacto. Esses efeitos foram observados por Placedino (7) e por Martins *et al*. (8), que relataram ganhos nutricionais e viabilidade tecnológica ao empregar batata-doce em pães e produtos panificados.

Por fim, é ressaltado que, embora os resultados nutricionais sejam promissores, é necessário atenção às propriedades sensoriais e tecnológicas – parâmetros que estudos prévios demonstraram ser sensíveis a alterações de matriz e tipo de fécula/ingrediente (4, 2). É recomendado, portanto, prosseguir com análise sensoriais e de aceitabilidade, além de ajustes na formulação (por exemplo, seleção de queijo com menor teor de lipídeos ou otimização da proporção de batata-doce) para equilibrar ganhos nutricionais e atributos organolépticos.

## 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, é possível concluir que a formulação de pão de queijo elaborada com batata-doce demonstrou desempenho nutricional superior em relações às amostras tradicionais analisadas, confirmando o êxito da pesquisa. O produto desenvolvido apresentou menor densidade calórica, menor teor de carboidratos, redução expressiva nos níveis de sódio e

gorduras saturadas, além de manter aporte proteico satisfatório. Esses fatores evidenciam não apenas a viabilidade tecnológica da substituição parcial da fécula tradicional por batata-doce, mas também o seu potencial de promover benefícios nutricionais relevantes para a saúde dos consumidores.

Adicionalmente, a redução de componentes como sódio e gorduras saturadas, insere o pão de queijo de batata-doce em um contexto alinhado às recomendações internacionais de saúde pública, que preconizam a diminuição do consumo desses nutrientes a fim de prevenir doenças crônicas não transmissíveis. Dessa forma, a presente pesquisa contribui de maneira significativa para a inovação em produtos panificados tradicionais, oferecendo uma alternativa mais saudável sem comprometer a qualidade nutricional e sensorial.

Portanto, os resultados confirmam o sucesso do estudo, reforçando que a utilização da batata-doce se configura como estratégia promissora para o desenvolvimento de alimentos funcionais e nutricionais equilibrados, atendendo à crescente demanda por produtos que conciliem tradição gastronômica e aspectos de saúde.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos, em primeiro lugar, à professora Hélen Maria Lima da Silva, cuja orientação, dedicação e incentivo foram fundamentais para a construção deste trabalho. Sua contribuição foi essencial para ampliar os conhecimentos e fortalecer a formação acadêmica.

Estendemos os nossos agradecimentos à Coordenação do Curso de Gastronomia, em especial ao professor Robson Luís Trindade Lustosa, pelo apoio constante e pela disposição de recursos que tornaram possível a realização desta pesquisa, e a todo o corpo docente da instituição Faculdade Senac Pernambuco.

Por fim, registramos gratidão à Faculdade Senac Pernambuco, instituição que acolheu, forneceu a estrutura necessária e contribuiu de maneira decisiva para o crescimento pessoal e profissional.

## REFERÊNCIAS

1. OLIVEIRA, J. F.; PEREIRA, A. P. História e identidade cultural do pão de queijo mineiro. *Revista de Gastronomia e Cultura Alimentar*, v. 5, n. 2, p. 112-125, 2021.
2. KAZERSKI, R. T. S.; BIDUSKI, B.; WEBER, F. H.; et al. Substitution of chemically modified corn starch with heat-moisture treated cassava starch in Brazilian pão de queijo. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, v. 28, p. 100541, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100541.
3. SILVA, G. B.; QUEIROZ, Y. C.; BARROS, J.; CRISTIANINI, M.; STEEL, C. Potential of an ultra-high pressure-treated gluten-free mix as an improving ingredient in gluten-free breadmaking. *Food Science and Technology*, v. 44, p. 103-114, 2024.

4. COSTA, M. L.; FURTADO, D. E.; MORAIS, F. M. Efeito do tipo de polvilho nas propriedades reológicas e sensoriais do pão de queijo. *Food Research International*, v. 136, p. 109-118, 2020.
5. RODRIGUES, M. T.; CASTRO, E. F. Potencial nutricional da batata-doce e suas aplicações em produtos panificados. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 12, p. 120345-120359, 2021.
6. ALMEIDA, R. S.; PEREIRA, L. M. Inovação em panificação: perspectivas nutricionais e tecnológicas no desenvolvimento de produtos tradicionais. *Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 3, p. 45-59, 2023.
7. PLACEDINO, N. Aproveitamento tecnológico de batata-doce na produção de pão de queijo. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2021.
8. MARTINS, P. H.; SILVEIRA, C. R.; GOMES, D. F. Aplicação da batata-doce em produtos panificados: potencial nutricional e tecnológico. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 25, e2021156, 2022.
9. SOUZA, R. P.; OLIVEIRA, C. M.; ANDRADE, L. G.; MARTINS, P. S. Desenvolvimento de produtos sem glúten a partir da batata-doce: uma alternativa para dietas restritivas. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde e Alimentação*, v. 14, n. 1, p. 89-101, 2022.

# EMBALAGENS E MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

# CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DO MELÃO AMARELO SUBMETIDO A TRATAMENTO COM CALDA BORDALESA E ÓLEO DE OITICICA

# POSTHARVEST CONSERVATION OF YELLOW MELONS SUBJECTED TO TREATMENT WITH BORDEAUX MIXTURE AND OITICICA OIL

**DOI: 10.65747/conali2025v2c17**

**Fábio Gomes Teles[1]; Railene Hérica Rocha Araujo[2]; Valdilene Maria Correia Soares[3]; Aline Diniz Barbosa Arriel[4]; Kalinny de Araújo Alves[5]; Nayara Santos Rocha[6]**

[1]Estudante de mestrado do curso de Engenharia de Alimentos - PPGEALI – UFCG; [2]Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – CTRN – UFCG; [3]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UAEALI – UFCG; [4]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - UAEALI – UFCG; [5]Estudante de doutorado do Curso de Engenharia de processos - CCT – UFCG; [6]Estudante de mestrado do curso de Engenharia de Alimentos - PPGEALI – UFCG.

Contato: ftpesca2019@gmail.com

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de revestimentos à base de calda bordalesa e óleo de oiticica sobre a qualidade físico-química e sensorial de melões (*Cucumis melo L.*) armazenados sob refrigeração. Foram testadas três concentrações de calda bordalesa (0%, 1% e 2%) combinadas com duas concentrações de óleo de oiticica (0% e 0,5%) em um delineamento fatorial 3×2. Os frutos foram avaliados quanto à perda de massa fresca (PMF), firmeza, aparência externa (APE) e interna (API), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH e atributos de cor (L*, C* e H°). Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Através dos resultados obtidos nesse estudo, se confirma a hipótese de que a aplicação de revestimentos com calda bordalesa e óleo de oiticica pode contribuir para a manutenção da qualidade de melões mantidos por 10 dias a 24±3 °C e 50±5% UR. A combinação 1% de calda bordalesa e 0,5% de óleo de oiticica se destacou pela melhor manutenção na firmeza e relação SS/AT. Não houve alteração na perda de massa fresca, nem nos atributos de coloração, consequentemente, a aparência externa não foi influenciada pelos produtos testados, fato que sustentam a eficácia dos revestimentos testados como alternativa viável e sustentável para a conservação pós-colheita do melão amarelo.

**Palavras–chave:** Armazenamento*; Cucumis melo* L.; qualidade; tratamentos alternativos

**Abstract:** This study aimed to evaluate the effect of coatings based on Bordeaux mixture and oiticica oil on the physicochemical and sensory quality of melons (*Cucumis melo* L.) stored under refrigeration. Three concentrations of Bordeaux mixture (0%, 1%, and 2%) combined with two concentrations of oiticica oil (0% and 0.5%) were tested in a 3×2 factorial design. The fruits were evaluated for fresh weight loss (FWL), firmness, external appearance (EA) and internal appearance (IA), soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio, pH, and color attributes (L*, C*, and H°). Data were subjected to analysis of variance and Tukey's test at a 5% significance level. The results confirmed the hypothesis that applying coatings containing Bordeaux mixture and oiticica oil can contribute to maintaining the quality of melons stored for 10 days at 24±3 °C and 50±5% RH. The combination of 1% Bordeaux mixture with 0.5% oiticica oil was the most effective in preserving firmness and the SS/TA ratio. There were no significant changes in fresh weight loss or color parameters, indicating that external appearance was not affected by the treatments, supporting the effectiveness of the tested coatings as a viable and sustainable alternative for the postharvest conservation of yellow melons.

**Keywords:** storage; *Cucumis melo* L.; quality; alternative treatments

## INTRODUÇÃO

Nos últimos cinco anos, o melão (*Cucumis melo* L.) demonstrou significativa relevância para a economia brasileira, com uma produção anual superior a meio milhão de toneladas, destacando-se como um produto de expressivo valor comercial e agrícola no cenário nacional (1). Trata-se de uma fruta amplamente consumida no Brasil especialmente na região Nordeste, que se destaca como principal produtora nacional, cerca de 98% da produção nacional em 2023. Sua relevância econômica é evidenciada pelos elevados volumes de produção, sendo altamente valorizado no mercado devido às suas características sensoriais marcantes, como sabor adocicado, coloração atrativa e alto teor de sólidos solúveis (2, 3).

Em sua composição, o melão é constituído por água e açúcar, representando 98% da massa fresca do fruto, e compostos bioativos em menores quantidades, vitamina C, β-Caroteno e ácido fólico (4). Os frutos da famillia *cucurbitaceae* ostentam valores medicinais e nutricionais. Nesse contexto o melão apresenta presença diversos minerias, cálcio, magnésio, potássio, sódio, cobre, manganés e zinco nas sementes. Isto posto, as sementes contem minerais de ferro, além de cinzas, fíbras, lipídios, proteínas, carboidratos e relevantes valores de umidade (5).

No entanto, como ocorre com outras frutas climatéricas, o melão apresenta curta vida útil pós-colheita, tornando-se suscetível à perda de firmeza, alterações na coloração da casca e polpa, perda de massa fresca e deterioração microbiológica, o que compromete sua qualidade comercial e aceitabilidade pelo consumidor (6).

Diante da crescente demanda por alimentos frescos com menor uso de insumos sintéticos, estratégias alternativas e sustentáveis de conservação vêm sendo amplamente estudadas. Entre elas, destaca-se o uso de tratamentos pós-colheita à base de compostos naturais, como óleos essenciais e formulações tradicionais, que apresentam propriedades antimicrobianas e antioxidantes (7, 8).

A calda bordalesa, tradicionalmente utilizada na agricultura como fungicida, tem sido considerada uma opção viável para aplicação em frutas, devido à sua ação protetora e baixa toxicidade quando utilizada em concentrações adequada (9). Por outro lado, o óleo essencial de oiticica, extraído de uma planta nativa do semiárido brasileiro, vem despertando interesse por seus potenciais propriedades bioativas (10).

Nesse contexto, a utilização combinada da calda bordalesa e do óleo essencial de oiticica pode representar uma alternativa promissora para prolongar a conservação do melão amarelo, minimizando perdas pós-colheita e mantendo suas características físico-químicas e sensoriais durante o armazenamento. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes concentrações de calda bordalesa e óleo essencial de oiticica na conservação pós-colheita do melão amarelo, por meio da análise de propriedades físico-químicos, aparência e qualidade sensorial ao longo do armazenamento em condições ambiente.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local de coleta e de análises

Os melões foram adquiridos de um plantio comercial localizado na cidade de Cruzeta - RN. O estudo foi realizado em parceria com o Laboratório de Processamento e Qualidade de Produtos de Origem Vegetal (LaProve), da Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos da UFCG, Campina Grande - PB.

Foram selecionados 60 melões para o experimento; desses, 8 foram utilizados para caracterização inicial e os 48 restantes para compor os tratamentos, com 8 frutos por tratamento. Posteriormente, foram lavados em água corrente com solução de detergente neutro a 1% e, após enxágue, sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm de cloro, por 10 minutos, logo após foram novamente enxaguados em água corrente e secos ao ar livre.

### Preparo dos recobrimentos comestíveis

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial do tipo 3x2. Os fatores avaliados foram três concentrações de calda bordalesa (0%, 1,0% e 2,0%) e duas concentrações de óleo de oiticica (0% e 0,5%), totalizando seis tratamentos (T). Foram utilizadas oito repetições por tratamento, com cada repetição consistindo de um fruto, conforme detalhado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Arranjo experimental dos tratamentos, elaborado por fatorial entre três concentrações de calda bordalesa (0%, 1% e 2%) e duas doses de óleo de oiticica (0% e 0,5%).

| Tratamentos | Concentração |
|---|---|
| **T1** | 0% de calda bordalesa e 0% do óleo de oiticica |
| **T2** | 1,0 % de calda bordalesa, 0% do óleo de oiticica |
| **T3** | 1,0 % de calda bordalesa e 0,5 ml/L do óleo de oiticica |
| **T4** | 2,0% de calda bordalesa e 0% do óleo de oiticica |
| **T5** | 2,0 % de calda bordalesa e 0,5 ml/L do óleo de oiticica |
| **T6** | 0,0% calda bordalesa e 0,5 ml/L do óleo de oiticica |

Fonte: Autores, 2025.

A calda bordalesa foi preparada pela adição de uma solução de sulfato de cobre, previamente diluída, em solução de hidróxido de cálcio, sob agitação contínua, até atingir pH neutro. O tratamento pós-colheita foram preparados pela adição dos componentes de cada tratamento (T) junto com Tween 80 em solução aquosa, com o objetivo de promover a emulsificação do óleo.

A aplicação dos tratamentos (T) ocorreu por imersão completa dos frutos por 30 segundos. Após a imersão, os frutos foram dispostos em grades para escorrer o excesso do produto e, após

secagem ao ar, foram mantidos em bancada por 10 dias a 24±3 °C e 50±5% UR, sendo posteriormente analisados quanto à qualidade.

**Caracterização inicial dos frutos**

Os frutos de melão amarelo foram processados e homogeneizados em Centrífuga Turbo Juicer para as caracterizações inicial e final do período de armazenamento. As análises realizadas incluíram:

A. Perda de massa fresca: Os frutos foram pesados individualmente em balança eletrônica, no dia da instalação do experimento e ao final do armazenamento. Os resultados foram expressos em percentagem (%), considerando-se a diferença entre o peso inicial do fruto e o obtido ao término do armazenamento.
B. Firmeza do fruto: Foi determinada com o auxílio de Penetrômetro digital, (Instrutherm, modelo PTR-300, São Paulo, Brasil), acoplado a ponteira de 8 mm. Foram realizadas duas leituras na região equatorial do fruto, após a remoção da casca com lâmina de 3 mm, (11). Os resultados foram expressos em Newton (N).
C. Coloração da polpa do fruto: Foram realizadas leituras nos biofilmes com colorímetro Konica Minolta modelo Chroma meter CR-400, configurado no sistema L*, a* e b*, sendo as leituras realizadas em cima de papel sulfite branco. O valor L nos fornece a luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0), o valor de a* caracteriza coloração na região do vermelho (+a*) ao verde (-a*), o valor b* indica coloração no intervalo do amarelo (+b*) ao azul (-b*) (12). A partir dos valores L*, a*, b*, serão calculados o ângulo Hue (ºh) equação (1) e o índice de saturação croma (C*) equação (2) conforme Alves (12):

$$°h^* = GRAUS\left(ATAN\left(\frac{b^*}{a^*}\right) * (-1)\right) + 90 \quad (1)$$

$$C^* = \left(a^{*^2} + b^{*^2}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Para cada fruto foram aferidas duas leituras na polpa, em regiões equidistantes, posteriormente, foi calculada a média da unidade experimental para representar a repetição do tratamento (T), para os dados de cor da casca e da polpa, respectivamente.

D. Sólidos solúveis (SS): Determinado por leitura direta da polpa em refratômetro digital Atago PR-101 (Atago Co. Ltd, Tokyo, Japão) com compensação de temperatura automática a 25 °C. Os resultados serão expressos em ºBrix, de acordo com a ISO 2173 – 1978 (13).

E. Acidez titulável (AT): Foi determinada através da titulação de 3 mL de polpa e posterior titulação, sob agitação constante, com solução de hidróxido de sódio NaOH a 0,1M, sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico, conforme IAL (13).
F. Potencial hidrogeniônico (pH): Foi determinado por leitura direta no suco por meio de phmetro digital de bancada (Digimed DM-22, São Paulo, Brasil) (14).
G. Relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT): calculou-se o quociente entre as duas variáveis.
H. Aparência externa e interna: Foram avaliadas por meio de escala subjetiva de notas, variando de 5 a 0, conforme proposto por, em que:

• 5= ausência de depressões nas cascas, de manchas características de senescência ou de desenvolvimento de microrganismos;

• 4= traços de depressões e/ou manchas;

• 3= depressões e/ou manchas leves;

• 2= depressões e/ou manchas com média intensidade;

• 1= depressões e/ou manchas com intensidade severa e 0= depressões e/ou manchas com intensidade muito severa ou crescimento generalizado de microrganismos.

**Análise estatística**

A análise estatística foi realizada empregando-se análise de variância (teste F) ao nível de 5% de probabilidade, e, para o efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de média de Tukey a 5%, utilizando-se o software SISVAR, versão 5.6 (15).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a caracterização inicial dos frutos, foram encontrados valores semelhantes de sólidos solúveis, pH e L*, o que confirma que os frutos estão no estágio de maturação. Os valores do ângulo hueº indicam a tonalidade amarela vibrante, que é a coloração típica do fruto após a senescência, enquanto a luminosidade média e o croma mais baixo são atribuídos à opacidade característica do melão no momento da colheita. A relação SS/AT proporciona um agrado sensorial maior aos consumidores, pois o crescimento nos valores dessa variável indica um fruto mais doce, o que afeta o equilíbrio entre os sabores doces e ácidos presentes no alimento (16).

Os resultados apresentados na Tabela 2 fornecem uma análise detalhada das características físicas e químicas dos melões amarelos antes da aplicação do tratamento pôs-colheita com a mistura de calda bordalesa e óleo essencial.

Tabela 2 - Caracterização inicial dos frutos de melão amarelo, quanto às variáveis firmeza (FIR), luminosidade (L*), ângulo croma (C*), ângulo hue (H*), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), potencial hidrogeniônico (pH), relação (SS/AT), aparência externa (APE) e aparência interna (API).

| Características | Média ± Desvio Padrão | CV (%) |
|---|---|---|
| **FIR** | 33,25 ± 3,64 | 10,95 |
| **L*** | 61,93 ± 3,23 | 5,22 |
| **C*** | 12,43 ± 1,19 | 9,62 |
| **H*** | 107,33 ± 2,00 | 1,86 |
| **SS** | 8,60 ± 1,75 | 20,35 |
| **AT** | 0,14 ± 0,01 | 11,28 |
| **pH** | 5,09 ± 0,14 | 2,93 |
| **SS/AT** | 60,79 ± 11,98 | 19,71 |
| **APE** | 3,12 ± 0,64 | 20,50 |
| **API** | 4,5 ± 0,53 | 11,87 |

CV: Coeficiente de Variação
Fonte: autores, 2025

A aplicação de calda bordalesa e óleo de oiticica como tratamento pós-colheita em frutos de melão amarelo resultou em alterações significativas nas propriedades físico-sensoriais durante o período de armazenamento. Essas alterações foram evidenciadas principalmente nas variáveis firmeza da polpa (FIR) e aparência interna (API), conforme demonstrado na Tabela 3. Por outro lado, para as variáveis perda de massa fresca (PMF) e aparência externa (APE), não foram observadas diferenças significativas, tanto para a interação quanto para o efeito isolado dos tratamentos com calda bordalesa e óleo de oiticica.

Tabela 3 – Perda de massa fresca (PMF), firmeza (FIR), aparência externa (APE) e aparência interna (API) de melões amarelos revestidos com diferentes proporções de Calda Bordalesa e Óleo de Oiticica.

| Calda Bordalesa | PMF | | FIR | | APE | | API | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Óleo de Oiticica | | | | | | | |
| | 0% | 0,5% | 0% | 0,5% | 0% | 0,5% | 0% | 0,5% |
| **0%** | $4,16^{aA}$ | $3,30^{aA}$ | $26,25^{aA}$ | $28,56^{aA}$ | $3,13^{aA}$ | $3,88^{aA}$ | $4,50^{aA}$ | $4,25^{aA}$ |
| **1%** | $3,72^{aA}$ | $2,87^{aA}$ | $26,22^{aA}$ | $27,62^{abA}$ | $3,13^{aA}$ | $3,38^{aA}$ | $4,63^{aA}$ | $4,25^{aB}$ |
| **2%** | $3,99^{aA}$ | $3,19^{aA}$ | $26,66^{aA}$ | $23,85^{bA}$ | $3,63^{aA}$ | $3,50^{aA}$ | $4,75^{aA}$ | $4,75^{aA}$ |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
Fonte: autores, 2025

A PMF é um fenômeno natural que ocorre após a colheita de frutos, resultado da transpiração e respiração, e varia de acordo com propriedades físicas do fruto (cutícula, superfície, porosidade) e condições ambientais (temperatura, umidade relativa) (17). Estima-se que 97% da

perda de massa em frutos se deve à transpiração (18), podendo atingir entre 3 % e 10 % durante a armazenagem como resultado normal deste processo (17).

No presente estudo, observou-se perda de massa entre 2,87 % e 4,16 %, valores dentro da faixa esperada para frutos em pós-colheita. A literatura indica que perdas de 3 % a 10 % já podem afetar significativamente a textura, aparência e aceitabilidade dos frutos, sendo esse fenômeno considerado um padrão em pós-colheita de hortifrutícolas (19). A variabilidade entre tratamentos foi pequena, e nenhum apresentava significância estatística, o que indica que todos os frutos sofreram perda natural previsível, sem influência expressiva dos revestimentos aplicados.

A firmeza do fruto é amplamente reconhecida como um atributo essencial de qualidade, influenciando diretamente a decisão de compra do consumidor, a vida útil e o valor de mercado das frutas frescas. Esse parâmetro está relacionado a diversos fatores, destacando-se o estágio de maturação no momento da colheita, as condições ambientais durante o armazenamento, especialmente a temperatura e a umidade relativa e as alterações fisiológicas que ocorrem após a colheita (20).

No presente estudo, os frutos de melão amarelo apresentaram firmeza inicial de 33,25 ± 3,64 N, indicando elevada integridade estrutural. Valores superiores a 30 N são geralmente considerados ideais para frutos recém-colhidos, assegurando textura adequada para armazenamento e comercialização (21).

Após a aplicação dos tratamentos, observou-se uma redução da firmeza para valores entre 26 e 28 N nos tratamentos com 0 % e 1 % de calda bordalesa, associados ou não à adição de 0,5 % de óleo de oiticica. Contudo, essa variação não foi estatisticamente significativa, tanto para os efeitos isolados dos fatores quanto para sua interação. A ausência de significância estatística sugere que os níveis dos tratamentos utilizados não foram suficientes para provocar alterações estruturais perceptíveis no tecido dos frutos.

Embora os dados indiquem uma leve queda na firmeza, esse decréscimo pode ser atribuído ao amolecimento fisiológico natural e à perda gradual de água — processos característicos da senescência pós-colheita, mesmo sob condições controladas de armazenamento e com a aplicação da calda bordalesa e do óleo essencial (22).

Contudo, a combinação de 2 % de calda bordalesa com 0,5 % de óleo de oiticica resultou em uma redução significativa da firmeza para 23,85 N, o que representa uma queda de aproximadamente 28 % em relação ao valor inicial. Tal comportamento sugere que essa associação pode ter alterado a permeabilidade da superfície do fruto, favorecendo a atuação de enzimas hidrolíticas de amolecimento, como pectinases e celulases. Embora as caldas bordalesas sejam frequentemente utilizadas para retardar o amadurecimento, sua interação com compostos lipofílicos, como os presentes no óleo de oiticica, pode ter comprometido a integridade física dos tecidos, promovendo a desestruturação celular.

Com relação à variável aparência externa (APE), embora não tenham sido observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$), os dados numéricos mostram uma possível influência positiva do óleo de oiticica, especialmente quando aplicado isoladamente. A maior média de APE (3,88) foi registrada no tratamento com 0% de calda bordalesa e 0,5% de óleo de oiticica, superando inclusive a média inicial dos frutos ($3,12 \pm 0,64$). Embora o resultado não tenha apresentado significância estatística, observa-se uma ação protetora do óleo de oiticica sobre a superfície dos frutos, contribuindo para a manutenção da aparência externa durante o armazenamento.

Esse comportamento pode estar relacionado à natureza lipídica do óleo, rica em ácidos graxos insaturados, como o ácido α-eleosteárico, que favorecem a espalhabilidade, o brilho e a formação de uma película sobre a casca. Essas características do óleo podem ter contribuído para influenciar a percepção da qualidade visual e do frescor dos frutos.  uma vez que frutos com coloração uniforme, brilho superficial e ausência de manchas tendem a ser associados a maior frescor e aceitabilidade pelos consumidores.

A variável aparência interna (API) apresentou diferença estatística significativa ($p < 0,05$) na interação entre os fatores calda bordalesa e óleo de oiticica. Observou-se que, no tratamento com 1% de calda bordalesa, a adição de 0,5% de óleo de oiticica provocou uma redução significativa na média da API, passando de 4,63 para 4,25, em comparação ao tratamento sem óleo (0%). Além disso, essa média foi inferior à registrada na caracterização inicial ($4,5 \pm 0,53$).

Essa diminuição na qualidade visual interna dos frutos pode estar relacionada ao aumento da barreira física promovido pela combinação dos dois agentes aplicados no tratamento pós-colheita, o que restringe as trocas gasosas entre o interior do fruto e o ambiente. Como consequência, ocorre um desequilíbrio gasoso, que tende a alterar o metabolismo respiratório, levando ao acúmulo de etileno e dióxido de carbono ($CO_2$). Essa alteração metabólica pode favorecer o surgimento de sintomas fisiológicos, como escurecimento, translucidez da polpa e o início de processos fermentativos, os quais foram visualmente perceptíveis durante a análise sensorial.

As variáveis sólidas solúveis (SS), acidez titulável (AT), razão SS/AT e pH são reconhecidas como indicadores da qualidade sensorial e do estado de conservação de frutos climatéricos, como o melão amarelo (Tabela 4). Estas propriedades estão ligadas à percepção de sabor, frescor e ao equilíbrio bioquímico da polpa, sendo influenciadas por processos fisiológicos como a respiração, a perda de água e o metabolismo de ácidos e açúcares.

Tabela 4 – Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação (SS/AT) e potencial hidrogeniônico (pH) de melões amarelos revestidos com diferentes proporções de Calda Bordalesa e Óleo de Oiticica.

| | **SS** | **AT** | **SS/AT** | **pH** |
|---|---|---|---|---|

| Calda Bordalesa | Óleo de Oiticica | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0% | 0,5% | 0% | 0,5% | 0% | 0,5% | 0% | 0,5% |
| **0%** | 10,28$^{aA}$ | 10,25$^{aA}$ | 0,149$^{aA}$ | 0,120$^{aB}$ | 70,00$^{aB}$ | 89,53$^{aA}$ | 5,51$^{aA}$ | 5,50$^{aA}$ |
| **1%** | 9,60$^{aA}$ | 9,80$^{aA}$ | 0,136$^{aA}$ | 0,125$^{aA}$ | 71,87$^{aA}$ | 80,74$^{aA}$ | 5,34$^{aA}$ | 5,32$^{aA}$ |
| **2%** | 10,20$^{aA}$ | 11,05$^{aA}$ | 0,129$^{aA}$ | 0,135$^{aA}$ | 80,31$^{aA}$ | 83,33$^{aA}$ | 5,51$^{aA}$ | 5,43$^{aA}$ |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).
Fonte: Autores, 2025

A concentração de sólidos solúveis (SS, °Brix) é diretamente influenciada pela perda de massa fresca, pois a remoção de água por transpiração reduz o volume do fruto, concentrando os açúcares responsáveis pela doçura e maturação (23). A variável SS apresentou valores entre 9,60 e 11,05 °Brix, com ausência de diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. Observou-se um leve aumento em comparação com os valores obtidos na caracterização inicial (8,60 ± 1,75 °Brix).

Essas variações em relação à média inicial podem ser explicadas pela degradação de amido em açúcares solúveis, um processo característico da maturação de frutos climatéricos, associado ao aumento na doçura e no grau Brix, como amplamente documentado em outras frutas como bananas, maçãs e tomates. Além disso, a perda de água por transpiração favorece a concentração desses açúcares na polpa, elevando ainda mais os valores de sólidos solúveis (24). Além disso, para a comercialização internacional do melão amarelo, o mercado exige no mínimo 9 °Brix (25). Assim, os menores valores observados neste experimento já garantem a conformidade com os padrões de exportação.

A acidez titulável (AT) é um parâmetro essencial para avaliar o perfil gustativo das frutas, pois revela o teor total de ácidos orgânicos e, em conjunto com os sólidos solúveis, define o equilíbrio ácido-doce percebido pelo consumidor. Em seus dados, a AT variou de 0,120 a 0,149 %, e mostrou comportamento relevante nos tratamentos estudados.

No tratamento com 0 % de calda e 0,5 % de óleo de oiticica, houve uma redução significativa da AT, de 0,149 para 0,120 %. Isso indica que, ao contrário de formar uma barreira eficaz, o óleo isolado facilitou a perda de acidez, possivelmente por promover uma permeabilidade respiratória que acelerou o consumo dos ácidos. Esse efeito difere dos revestimentos lipídicos combinados com polímeros, os quais normalmente reduzem a perda de água, retardam a respiração e mantêm a acidez durante o armazenamento (26, 27).

Nos tratamentos com 1 % e 2 % de calda bordalesa, a adição do óleo não alterou significativamente a AT (variando entre 0,125–0,136 %), sugerindo que a calda já forneceu uma barreira eficaz, mas não significativa entre os tratamentos. Esses resultados reforçam que o óleo de oiticica, quando aplicado isoladamente, pode ser menos eficaz em proteger o perfil ácido do fruto, comparado a sistemas combinados (óleo + calda). Em pesquisas, como os que combinam

óleo e polímeros, observa-se redução da transpiração, metabolismo mais contido e melhor manutenção da acidez (exemplos: bananas, maçãs, pêssegos) (26, 28).

A variável SS/AT, que é a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável, representa o equilíbrio gustativo entre doçura e acidez, sendo crucial para a aceitação sensorial das frutas. O óleo de oiticica (*Licania rígida*), composto por cerca de 82,5 % de ácidos poli-insaturados conjugados, forma ao secar uma película hidrofóbica, elástica e resistente (29). No presente estudo, os valores de SS/AT variaram de 70,00 a 89,53, com destaque para o tratamento sem calda mais 0,5 % de óleo de oiticica, que obteve a maior proporção (89,53), significativamente superior ao mesmo tratamento sem óleo (70,00). Os dados mostraram diferença estatisticamente significativa no tratamento com 0% de calda, onde a adição de óleo elevou significativamente a razão de 70,00 para 89,53, tornando o sabor percebido mais adocicado. Este comportamento foi influenciado diretamente pela redução da acidez, visto que os teores de sólidos solúveis permaneceram constantes. A presença do óleo, portanto, modificou positivamente o perfil sensorial, resultando em frutos mais palatáveis. Essa película formada pelo óleo reduz a transpiração, diminuindo a perda de massa fresca e promovendo a concentração de sólidos solúveis na polpa. Simultaneamente, ao limitar trocas gasosas, preserva a acidez natural do fruto, mantendo o equilíbrio ideal entre doçura e acidez (29).

Por fim, os valores de pH dos frutos variaram entre 5,32 e 5,51, sem diferenças significativas entre tratamentos, o que indica que nem a presença de óleo nem os níveis de calda alteraram o nível de acidez expressa por esse parâmetro. Essa estabilidade é relevante porque o pH reflete o equilíbrio entre ácidos e tampões internos. Mesmo com mudanças na acidez titulável (AT), o pH manteve-se constante, sugerindo que reservas tampônicas compensaram variações na acidez.

Por outro lado, o valor de SS/AT equilíbrio entre doçura e acidez, foi influenciado pelos tratamentos, sem alteração no pH, o que favorece o paladar percebido como mais doce, sem que o fruto sofra alterações drásticas no perfil ácido. Além disso, manter o pH em torno de 5,3 – 5,5 ajuda a preservar a qualidade física e reduzir risco microbiológico, especialmente quando combinado com revestimentos, pois essa faixa não favorece o crescimento de microrganismos patogênicos (30, 31).

A cor tem influência direta na aceitação de frutos pelo consumidor, estando diretamente associada ao estado de maturação, qualidade visual e valor comercial. Neste estudo, foram analisadas três variáveis cromáticas: luminosidade (L*), croma (C*) e ângulo Hue (H*), com o objetivo de avaliar os efeitos dos tratamentos pós-colheita com calda bordalesa e óleo de oiticica sobre a manutenção da aparência dos frutos de melão amarelo ao longo do armazenamento (Tabela 5).

Tabela 5– Luminosidade (L), croma (C*) e ângulo hue (H*) de melões amarelos revestidos com diferentes proporções de Calda Bordalesa e Óleo de Oiticica.

| Calda Bordalesa | L | | C* | | H* | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Óleo de Oiticica | | | | | |
| | 0% | 0,5% | 0% | 0,5% | 0% | 0,5% |
| 0% | 60,48$^{aA}$ | 64,54$^{aA}$ | 14,28$^{aA}$ | 13,44$^{aA}$ | 107,34$^{bA}$ | 108,79$^{aA}$ |
| 1% | 63,33$^{aA}$ | 64,47$^{aA}$ | 13,94$^{aA}$ | 13,50$^{aA}$ | 110,41$^{aA}$ | 108,85$^{aA}$ |
| 2% | 63,46$^{aA}$ | 64,06$^{aA}$ | 14,09$^{aA}$ | 13,56$^{aA}$ | 109,37$^{aA}$ | 109,33$^{aA}$ |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Na caracterização inicial dos frutos, observou-se valor médio de L* = 61,93 ± 3,23, indicando elevada luminosidade da casca, associada à coloração amarela brilhante típica de frutos maduros. Após os tratamentos, os valores de L* variaram de 60,48 a 64,54, sem diferenças estatísticas significativas entre os fatores testados. Embora não significativa, a tendência de aumento discreto na luminosidade com o uso de óleo de oiticica (0,5%), especialmente na ausência de calda bordalesa, pode estar relacionada ao efeito barreira e de brilho superficial promovido pelo revestimento lipídico, que contribui para a retenção da aparência fresca do fruto. Esses resultados indicam estabilidade visual da luminosidade da casca, preservando a atratividade ao consumidor mesmo após o armazenamento.

Para o croma (C*), que representa a intensidade ou pureza da cor, os valores variaram entre 13,44 e 14,28 após os tratamentos, com médias estatisticamente semelhantes ($p>0,05$) entre os níveis de calda bordalesa e óleo de oiticica. Considerando que o valor inicial foi 12,43 ± 1,19, pode-se inferir que houve uma sutil intensificação da saturação da cor amarela ao longo do tempo, o que pode estar associado à biossíntese e acúmulo de carotenoides, típicos do amadurecimento. A ausência de efeito significativo entre os tratamentos indica que nenhuma formulação comprometeu a coloração natural do fruto, mantendo-o atrativo e com padrão visual típico da variedade.

O ângulo hue dos frutos variou de 107,34° (0% calda, sem óleo) a 108,79° (0% calda, com óleo), e essa diferença foi estatisticamente significativa, indicando que o óleo de oiticica aplicável isoladamente alterou a tonalidade do fruto, tornando-o ligeiramente mais amarelo. Embora pequena, essa variação de ~1,5° pode ser visualmente perceptível e relevante, pois valores de que dentro de uma mesma gama de cor (como tons de amarelo) são sensíveis a pequenas mudanças, segundo estudos técnicos em colorimetria de frutas (32).

Essa alteração é consistente com a hipótese de que o óleo, sem a adição da calda bordalesa, permitiu mudanças no metabolismo e degradação de pigmentos, gerando ligeira intensificação da coloração. Em contraste, nos tratamentos com 1% e 2% de calda, não houve alteração significativa do que ao adicionar óleo, indicando que a presença da calda conferiu estabilidade à pigmentação.

O resultado reforça o entendimento de que o ângulo que é um indicador sensível de maturação e degradação de pigmentos, e os valores mantidos nos tratamentos com calda sinalizam que a cor visual dos frutos foi preservada, mantendo a qualidade estética. Esse comportamento deve ser considerado conjuntamente com os dados de SS, AT e SS/AT, pois cor e sabor formam a base das preferências e percepções de qualidade dos consumidores (33).

## CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos nesse estudo, se confirma a hipótese de que a aplicação de tratamentos pós-colheita com calda bordalesa e óleo de oiticica pode contribuir para a manutenção da qualidade de melões mantidos por 10 dias a 24±3 °C e 50±5% UR. A combinação 1% de calda bordalesa e 0,5% de óleo de oiticica se destacou pela melhor manutenção na firmeza e relação SS/AT. Não houve alteração na perda de massa fresca, nem nos atributos de coloração, consequentemente, a aparência externa não foi influenciada pelos produtos testados, fato que sustentam a eficácia dos tratamentos testados como alternativa viável e sustentável para conservação pós-colheita do melão amarelo.

## REFERÊNCIAS


1. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agrícola Municipal de melão (recurso eletrônico). Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457. Acesso em: 28 jun. 2025.
2. FARCUH, M.; COPES, B.; LE-NAVENEC, G.; MARROQUIN, J.; CANTU, D.; BRADFORD, K. J.; GUINARD, J.-X.; VAN DEYNZE, A. Sensory, physicochemical and volatile compound analysis of short and long shelf-life melon (*Cucumis melo* L.) genotypes at harvest and after postharvest storage. **Food Chemistry: X**, v. 8, p. 100107, 2020.Disponivel em: https://doi.org/10.1016/j.fochx.2020.100107. Acesso em: 15 jun. 2025.
3. YUSUF, A. F.; WIBOWO, W. A.; SUBIASTUTI, A. S.; DARYONO, B. S. Morphological studies of stability and identity of melon (*Cucumis melo* L.) 'Hikapel' and comparative cultivars. **AIP Conference Proceedings**, v. 2260, p. 030006, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1063/5.0017606. Acesso em 15 jun. 2025.
4. AMARO, A. L.; OLIVEIRA, A.; ALMEIDA, D. P. F. Biologically active compounds in melon: modulation by preharvest, post-harvest, and processing factors. In: PREEDY, V. (ed.). *Processing and impact on active components in food*. London: Academic Press, 2015. p. 165-171. Disponível em: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00020-2. Acesso em: 15 jun. 2025.
5. CHUKU, E. C.; EMIRI, U. N. Pathological evaluation and nutritional composition of golden melon (*Cucumis melo*). **Journal of Agricultural Studies**, v. 6, n. 3, p. 129–135, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.5296/jas.v6i3.13553. Acesso em 15 jun. 2025.
6. REHMAN, M. U.; MAQBOOL, M.; KHAN, A. S.; ALI, A.; JAVED, M. S.; SAEED, F.; SHEHZAD, M. A. Salicylic acid treatment maintains postharvest quality and reduces chilling injury in cold-stored guava fruit. **PeerJ**, v. 12, e17800, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.04.010. Acesso em: 24 jun. 2025.
7. SANTOS, M. I. S.; MARQUES, C.; MOTA, J.; PEDROSO, L.; LIMA, A. Applications of essential oils as antibacterial agents in minimally processed fruits and vegetables—A

review. **Microorganisms**, v. 10, n. 4, p. 760, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/microorganisms10040760. Acesso em: 12 jun. 2025.
8. WU, J.; ZHANG, L.; FAN, K. Recent advances in polysaccharide-based edible coatings for preservation of fruits and vegetables: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 64, p. 3823-3838, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2136136. Acesso em: 25 jun. 2025.
9. HASHEMI, S. M. B.; KAVEH, S.; ABEDI, E.; PHIMOLSIRIPOL, Y. Polysaccharide-based edible films/coatings for the preservation of meat and fish products: emphasis on incorporation of lipid-based nanosystems loaded with bioactive compounds. **Foods**, v. 12, n. 17, p. 3268, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/foods12173268. Acesso em: 24 jun. 2025.
10. LISBOA, M. C.; WILTSHIRE, F. M. S.; SOUZA, R. L.; FRICKS, A. T.; DARIVA, C.; CARRIÈRE, F.; FREITAS, S. P. Oleochemistry potential from Brazil northeastern exotic plants. **Biochimie**, v. 180, p. 107–119, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.biochi.2020.09.002.Acesso em: 25 jun. 2025.
11. AOAC INTERNATIONAL. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 18. ed. Gaithersburg, MD: AOAC International, 2006. 2 v.
12. ALVES, K. A. **Caracterização de filmes biodegradáveis enriquecidos com microalgas e seu efeito na qualidade pós-colheita de cajarana (*Spondias dulcis*)**. 2023. 90 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, 2023.
13. INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.
14. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *ISO 2173:1978 – Fruit and vegetable products – Determination of soluble solids content – Refractometric method*. 1. ed. Geneva: ISO, 1978. Disponível em: https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ddb594d3-3e51-4de3-bdac-c75766078717/iso-2173-1978. Acesso em: 12 jun. 2025
15. FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039–1042, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001. Acesso em: 12 jun. 2025.
16. FARCUH, M.; COPES, B.; LE-NAVENEC, G.; MARROQUIN, J.; JAUNET, T.; CHI-HAM, C.; CANTU, D.; BRADFORD, K. J.; VAN DEYNZE, A. Texture diversity in melon (Cucumis melo L.): Sensory and physical assessments. **Postharvest Biology and Technology**, v. 159, 111024, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.111024. Acesso em: 13 jun. 2025.
17. NUNES, C. N.; EMOND, J. P. Relationship between weight loss and visual quality of fruits and vegetables. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 120, p. 235–239, 2007. Disponível em: http://journals.fcla.edu/fshs/article/view/86230. Acesso em: 26 jun. 2025.
18. BOVI, G. G.; CALEB, O. J.; LINKE, M.; RAUH, C.; MAHAJAN, P. V. Transpiration and moisture evolution in packaged Resh horticultural produce and the role of integrated mathematical models: a review. **Biosystems Engineering**, v. 150, p. 24–39, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2016.07.013. Acesso em 15 jun. 2025.
19. GIDADO, M. J.; GUNNY, A. A. N.; GOPINATH, S. C. B.; ALI, A.; WONGS AREE, C.; SALLEH, N. H. M. Challenges of postharvest water loss in fruits: Mechanisms, influencing factors, and effective control strategies – A comprehensive review. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 17, p. 101249, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101249. Acesso em: 24 jun. 2025.
20. NGUBANE, S.; TESFAY, S. Z.; MAGWAZA, L. S.; MTITSHWA, A. The effect of composite edible coatings on the postharvest quality of “Hass” avocado fruit treated at different harvest maturities. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 8, p. 1473731, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1473731. Acesso em: 18 jun. 2025.
21. CICE, D.; FERRARA, E.; PECORARO, M. T.; CAPRIOLO, G.; PETRICCIONE, M. An innovative layer-by-layer edible coating to regulate oxidative stress and ascorbate–

glutathione cycle in fresh-cut melon. **Horticulturae**, v. 10, n. 5, p. 465, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/horticulturae10050465. Acesso em: 19 jun. 2025.
22. LIEU, M. D.; NGO, N. N. H.; LIEU, T. L.; NGUYEN, K. T.; DANG, T. K. T. The efficacy of combined application of edible coatings and essential oil in mango preservation. **Vietnam Journal of Science and Technology**, v. 56, n. 4, p. 458–467, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.15625/2525-2518/56/4/10794.Acesso em 25 jun. 2025.
23. LUFU, R.; AMBAW, A.; OPARA, U. L. Mechanisms and modelling approaches to weight loss in fresh fruit: a review. **Technology in Horticulture**, v. 4, e006, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.48130/tihort-0024-0003. Acesso em: 22 jun 2025.
24. OLIVEIRA, F. J. M.; FILHO, J. A.; MOURA FILHO, E. R. Efeito da adubação orgânica sobre a qualidade de frutos de meloeiro (*Cucumis melo* L.). **Revista Verde**, v. 1, n. 2, p. 81–85,2006. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/18. Acesso em: 23 jun. 2025.
25. ROJAS-GRAÜ, M. A.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Edible coatings to preserve quality in fresh-cut fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 49, n. 6, p. 512–527, 2009. Disponível em: 10.1016/j.tifs.2009.05.002. Acesso em: 24 jun. 2025.
26. KRISHNAN, R.; MISRA, M.; SUBRAMANIAN, J.; MOHANTY, A. Emerging trends and application of edible coating as a sustainable solution for postharvest management in stone fruits: a comprehensive review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 24, n. 3, p.7079, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1111/1541-4337.70179. Acesso em: 18 jun. 2025.
27. DEVI, L. S.; JAISWAL, A. K.; JAISWAL, S. Lipid incorporated biopolymer based edible films and coatings in food packaging: a review. **Current Research in Food Science**, v. 8, p. 100720, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100720. Acesso em: 24 jun. 2025.
28. KHATODIYA, N.; MALIK, M. Review: Effects of edible coating on fresh-cut fruits. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 11, n. 1, p. 192–199, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.22271/phyto.2022.v11.i1c.14342. Acesso em: 28 jun. 2025.
29. KRIST, S. Oiticica oil. In: KRIST, S. (org.). Vegetable Fats and Oils. Cham: **Springer International Publishing**, 2020. p. 505–508. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-30314-3_80. Acesso em: 12 jun. 2025.
30. PEREZ VAZQUEZ, A.; BARCIELA, P.; CARPENA, M.; PRIETO, M. A. Edible coatings as a natural packaging system to improve fruit and vegetable shelf life and quality. **Foods**, v. 12, n. 19, p. 3570, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/foods12193570.Acesso em: 10 jun. 2025.
31. ADAINOO, B.; THOMAS, A. L.; KRISHNASWAMY, K. A comparative study of edible coatings and freshness paper on the quality of fresh North American pawpaw (*Asimina triloba*) fruits using TOPSIS Shannon entropy analyses. **Current Research in Food Science**, v. 7, p. 100541, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100541. Acesso em: 20 jun. 2025.
32. SCALISI, A.; O'CONNELL, M. G.; ISLAM, M. S.; GOODWIN, I. A fruit colour development index (CDI) to support harvest time decisions in peach and nectarine orchards. **Horticulturae**, v. 8, n. 5, p. 459, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/horticulturae8050459. Acesso em: 20 jun. 2025.
33. WALSH, K. B.; BLASCO, J.; ZUDE SASSE, M.; SUN, X. Visible NIR 'point' spectroscopy in postharvest fruit and vegetable assessment: the science behind three decades of commercial use. **Postharvest Biology and Technology**, v. 168, p.111246, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111246. Acesso em: 14 jun. 2025.

# DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGEM ATIVA À BASE DE ALGINATO E ÓLEO ESSENCIAL DE LARANJA PARA CONSERVAÇÃO DE QUEIJO MUÇARELA

# DEVELOPMENT OF ACTIVE PACKAGING BASED ON ALGINATE AND ORANGE ESSENTIAL OIL FOR THE PRESERVATION OF MOZZARELLA CHEESE

**DOI: 10.65747/conali2025v2c18**

**Alice Maria Zeferino dos Santos[1]; Gabriel Paiva Ourem[2]; Maria Clara Barbosa Nascimento[3]; Marina Gomes Silva[4]; Glória Maria Vinhas[5]; Ingrid Larissa da Silva Santana[6]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia Química - DEQ – UFPE; E-mail: alice.zeferino@ufpe.br

[2] Estudante do Curso de Engenharia Química – DEQ – UFPE; Email: gabriel.paiva@ufpe.br

[3] Estudante do Curso de Ciências Biológicas – CB – UFRPE; E-mail: mariaclara.nascimento@ufrpe.br

[4] Pesquisadora do Depto de Engenharia Química – DEQ – UFPE; E-mail: marina.gomess@ufpe.br

[5]Docente do Depto de Engenharia Química– DEQ – UFPE; E-mail: gloria.vinhas@ufpe.br

[6] Pesquisadora do Depto de Engenharia Química – DEQ – UFPE; E-mail: ingrid.larissa@ufpe.br

**Resumo:** As embalagens ativas (EA) são sistemas que, além de protegerem os alimentos, liberam compostos com ação antimicrobiana e antioxidante, prolongando sua vida útil. Este trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar filmes de alginato de sódio com óleo essencial de laranja doce (OEL) para conservação de queijo muçarela. Para o teste da atividade antimicrobiana do OEL, foi avaliada a *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Os filmes foram produzidos por casting, com diferentes concentrações de glicerol (2% e 20%) e OEL. As análises físico-químicas (FT-IR e TGA) mostraram que o OEL não afetou a estrutura química nem a estabilidade térmica dos filmes. Ensaios mecânicos indicaram que maior teor de glicerol aumentou a flexibilidade, enquanto menor teor melhorou a resistência. Nos testes com queijo muçarela, os filmes com 15% de OEL reduziram significativamente o crescimento microbiano durante 9 dias de refrigeração. Conclui-se que os filmes possuem potencial como embalagens ativas biodegradáveis, contribuindo para a conservação de alimentos e redução de desperdícios.

**Palavras–chave:** Alginato de sódio; Embalagens ativas; Conservação de alimentos; Óleo essencial de laranja doce.

**Abstract:** Active packaging (AP) is a system which, as well as protecting food, releases compounds with antimicrobial and antioxidant action, prolonging its shelf life. The aim of this study was to develop and characterize sodium alginate films with sweet orange essential oil (OEL) for preserving mozzarella cheese. Initially, the antimicrobial activity of OEL against Escherichia coli and Staphylococcus aureus was evaluated. The films were produced by casting with different concentrations of glycerol (2% and 20%) and OEL. Physico-chemical analyses (FT-IR and TGA) showed that OEL did not affect the chemical structure or thermal stability of the films. Mechanical tests indicated that a higher glycerol content increased flexibility, while a lower content improved resistance. In tests with mozzarella cheese, films with 15% OEL significantly reduced microbial growth during 9 days of refrigeration. It can be concluded that the films have potential as active biodegradable packaging, contributing to food preservation and reducing waste.

**Keywords:** Active packaging; Food preservation; Sodium alginate; Sweet orange essential oil.

## INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos minimamente processados e de alta qualidade tem impulsionado o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para embalagens. Nesse cenário, as embalagens ativas (EA), que interagem diretamente com os alimentos para prolongar sua vida útil, destacam-se como alternativas promissórias. Esses sistemas permitem a liberação controlada de compostos ativos, como antimicrobianos e antioxidantes, essenciais para a manutenção da qualidade e segurança dos alimentos (1).

As embalagens ativas, além de exercerem as funções das embalagens convencionais, interagem com o produto e o ambiente, desempenhando um papel essencial na preservação e segurança dos alimentos. Essas embalagens prolongam a vida útil e mantêm as características físico-químicas e sensoriais dos produtos, alinhando-se a estratégias inovadoras e sustentáveis no setor de alimentos (2).

Entre os materiais poliméricos utilizados na produção dessas embalagens, o alginato se destaca por sua biodegradabilidade, biocompatibilidade e excelente capacidade de formar filmes. Derivado de algas marrons, esse biopolímero tem sido amplamente explorado nas indústrias alimentícias e farmacêuticas. Classificado como um polissacarídeo, o alginato desempenha funções importantes, como agente espessante, estabilizante, emulsificante, quelante, encapsulante e expansor, além de ser utilizado na formação de géis, filmes e membranas (3,4).

Os aditivos alimentares são substâncias adicionadas aos alimentos com o objetivo de preservar o sabor, melhorar a textura e prolongar a vida útil, podendo ser de origem química, natural ou sintética. A utilização de aditivos alimentares industrialmente é aprovada por legislação e é recomendada pelo Codex Alimentarius (5,6); no que diz respeito à segurança alimentar, os aditivos se destacam entre assuntos controversos quando o assunto é saúde. Sendo assim, uma das formas de avaliação e controle do uso de aditivos alimentares no âmbito mundial é baseada no controle da Ingestão Diária Aceitável (IDAs), desenvolvida pelo Comitê do Códex em Aditivos Alimentares da Organização Mundial da Saúde (OMS)/Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) (7).

Para o desenvolvimento de embalagens ativas, algumas pesquisas buscam utilizar aditivos ativos naturais, como os óleos essenciais, devido às suas propriedades

antimicrobianas e antioxidantes. Esses compostos, extraídos de fontes vegetais, podem atuar na preservação de alimentos, prolongando sua vida útil e diminuindo a necessidade de conservantes sintéticos. Além disso, a incorporação de óleos essenciais em matrizes poliméricas tem sido desenvolvida como uma estratégia sustentável para minimizar o desperdício alimentar e atender à demanda por embalagens ecológicas e seguras para o consumo (8). Dentre os óleos essenciais, o óleo essencial de laranja (OEL), rico em compostos como limoneno e ácidos fenólicos, é conhecido por suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes, tornando-o um aditivo eficaz em sistemas de embalagem ativas. Estudos recentes indicam que a combinação de biopolímeros e óleos essenciais oferece uma solução eficaz para reduzir o crescimento microbiano em alimentos altamente perecíveis, como o queijo muçarela (9).

O queijo é um dos derivados lácteos mais consumidos mundialmente. Em 2019, o mercado global desse produto registou um crescimento de 2,3%, marcando o terceiro ano consecutivo de alta após dois anos de declínio. Entre 2013 e 2019, o valor de mercado apresentou um crescimento médio anual de 1,1%, mantendo uma tendência estável, com pequenas variações ao longo do período. O aumento mais significativo ocorreu em 2017, quando o valor do mercado registrou um crescimento de 7,1%. Em 2019, o mercado global atingiu seu maior nível no período analisado (10).

Os Estados Unidos lideraram o ranking dos maiores consumidores de queijo, com um consumo de 5,3 milhões de toneladas, representando 24% do volume global. O consumo norte-americano é mais que o dobro do registrado pela Alemanha, o segundo maior consumidor, com 2,2 milhões de toneladas, seguido pela França, com 2,0 milhões de toneladas e uma participação de 6,4%. Entre 2013 e 2019, o consumo nos EUA apresentou uma taxa média anual de crescimento de 2,5%, enquanto a Alemanha registrou 4,4% e a França 1,3% (11). Impulsionado pela crescente demanda global por queijos, o mercado deve continuar a se expandir nas próximas décadas, com previsões proporcionais a uma Taxa de Crescimento Anual Composta de 1,8% entre 2019 e 2030, elevando o volume global para 31 milhões de toneladas até o final do período (11).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e caracterizar embalagens ativas à base de alginato de sódio, incorporado com OEL, para a conservação de queijos. Essa iniciativa buscou atender à crescente demanda por soluções sustentáveis, promovendo o uso de materiais biodegradáveis e funcionais que contribuam para a redução do desperdício de alimentos.

## MATERIAL E MÉTODOS

As metodologias utilizadas na produção dos filmes ativos, bem como suas caracterizações e aplicações, estão descritas nesta seção. Nela também estão contidos os materiais e equipamentos que foram utilizados no desenvolvimento desse trabalho.

### Avaliação das atividades antimicrobianas do óleo essencial de laranja doce

A atividade antimicrobiana do óleo essencial de laranja doce (OEL), da marca BioEssência, foi avaliada por meio do teste de disco-difusão, utilizando diferentes cepas de bactérias. Inicialmente, as atividades antimicrobianas foram testadas contra as bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Para isso, os inóculos bacterianos foram ajustados para uma turbidez de 0,5 na escala de McFarland. Em seguida, 0,1 mL da suspensão bacteriana foi colocada em placas de Petri contendo ágar nutritivo (AN), sendo distribuída uniformemente com uma alça de Drigalski, em triplicata. Após isso, os

discos de papel foram embebidos no OEL e colocados nas placas de Petri, que foram acondicionadas em uma estufa a uma temperatura de 35 ºC por 48 horas. Após esse período de incubação, foi avaliado se houve formação de halo de inibição e medido o seu diâmetro.

**Preparação de embalagens ativas**

As embalagens ativas foram produzidas pela técnica de *casting*, que consiste na preparação de uma solução filmogênica (SF), deposição sobre suporte e posterior secagem para remoção do solvente. As soluções filmogênicas foram preparadas utilizando alginato de sódio a 3% (m/v) (Dinâmica®), glicerol (Vetec) como plastificante em duas concentrações, 2% e 20% (m/m em relação à massa do polímero), e água destilada. Para as formulações ativas, foi incorporado óleo essencial de laranja (BioEssência) na concentração de 15% (m/m em relação à massa do polímero). Nas formulações contendo 2% de glicerol (com e sem óleo essencial), adicionou-se Tween 80 como emulsionante na concentração de 1% (m/m). Os filmes produzidos com 2% de glicerol e 1% de Tween 80 seguiram a metodologia adaptada de Verdi *et al*. (2021), enquanto os materiais desenvolvidos com 20% de glicerol seguiram a metodologia adaptada do grupo de pesquisa do Laboratório de Petroquímica (LPQ) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Assim, as formulações preparadas foram: alginato de sódio com 2% de glicerol; alginato de sódio com 20% de glicerol; alginato de sódio com 2% de glicerol e óleo essencial de laranja; e alginato de sódio com 20% de glicerol e óleo essencial de laranja.

Para cada solução, foram utilizados 70 mL de água destilada, nos quais foram distribuídos 2,1 g de alginato de sódio (3% m/v). Em seguida, foi adicionado glicerol nas concentrações correspondentes, sendo 0,042 g para 2% ou 0,42 g para 20%. Nas formulações com óleo essencial, adicionou-se 0,315 g de óleo essencial de laranja. Apenas nas formulações com 2% de glicerol foi adicionado Tween 80 (1% m/m), correspondente a 0,021g. Todas as soluções foram agitadas mecanicamente, em um agitador IKA® RW 20, por 20 minutos e aquecidas em banho-maria a 70 °C para garantir a completa dissolução do alginato de sódio. O óleo essencial foi incorporado gradualmente às soluções aquecidas, sendo emulsificado a 440 rpm por 20 minutos. Cada solução foi então vertida sobre placas de poliéster (14 cm de diâmetro) e seca em estufa com circulação de ar a 45 °C por 24 horas. Após a secagem, os filmes foram cuidadosamente removidos e armazenados em envelopes identificados à temperatura ambiente para posterior caracterização.

**Caracterização dos filmes poliméricos**

Os materiais produzidos foram caracterizados por ensaios mecânicos de tração, análise termogravimétrica (TGA) e espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR). Essas análises foram conduzidas para avaliar as propriedades físicas, térmicas e estruturais dos filmes poliméricos, possibilitando uma compreensão mais detalhada do seu desempenho.

*Ensaios mecânicos de tração*

Inicialmente, as propriedades mecânicas dos filmes poliméricos produzidos, como módulo elástico, tensão máxima na ruptura, força e deformação, foram medidas utilizando o equipamento de ensaios estáticos Emic, célula Trd 22, com capacidade de

carga máxima de 500 N. Antes da realização dos testes, as espessuras dos filmes foram medidas com um micrômetro, e o diâmetro e a espessura médios de cada amostra foram calculados para garantir a uniformidade dos resultados.

Os ensaios foram realizados em cinco corpos de prova (CP) de cada composição, com base na norma ASTM D638:2014 para CP tipo V. O método de ensaio foi programado no software Mtest, considerando as seguintes características: velocidade de tração de 80000 mm/s, força máxima de 100 N, deformação máxima de 500 mm e temperatura ambiente sem controle de umidade. O equipamento registrou os valores de força, tensão, deformação e módulo elástico durante os ensaios. Os valores de tensão máxima na ruptura e módulo elástico foram expressos em MPa, enquanto a deformação foi apresentada em porcentagem.

*Análise termogravimétrica (TGA)*

A partir dos melhores resultados obtidos nos ensaios mecânicos, foram realizadas análises termogravimétricas (TGA) para avaliar a estabilidade térmica e o comportamento de degradação dos filmes poliméricos. O ensaio foi conduzido em uma termo balança sob atmosfera de nitrogênio, com fluxo constante de 50 $mL.min^{-1}$, para evitar a oxidação dos materiais durante o aquecimento.

A faixa de temperatura utilizada foi de 25 °C a 800 °C, com uma taxa de aquecimento linear de 10 $°C.min^{-1}$. Amostras de aproximadamente 5 mg de cada formulação foram cuidadosamente pesadas e colocadas no cadinho da termo balança. Durante o aquecimento, foi monitorada a perda de massa em função da temperatura, permitindo identificar os eventos de degradação térmica associados aos componentes do filme, como a matriz polimérica, o plastificante (glicerol) e o óleo essencial de laranja.

Os dados obtidos foram apresentados como gráficos de perda de massa (% em relação à massa inicial) versus temperatura (°C). Os eventos térmicos foram analisados para determinar as etapas de degradação, como desidratação, decomposição do biopolímero e volatilização do óleo essencial. Esses resultados foram utilizados para verificar a influência do aditivo (OEL) na estabilidade térmica dos filmes poliméricos produzidos a partir da formulação que obteve as melhores propriedades mecânicas.

*Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FT-IR)*

A espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR) foi empregada para analisar as interações químicas entre os componentes dos filmes poliméricos. Essa técnica permitiu identificar grupos funcionais presentes na matriz polimérica e possíveis interações entre o alginato, o plastificante (glicerol) e o óleo essencial de laranja.

As análises foram realizadas em um espectrofotômetro FT-IR operando na faixa de 4000 a 400 $cm^{-1}$, para tal, foi utilizado o equipamento Shimadzu IR Tracer-100, modelo Spectrometer, com acessório de reflectância total atenuada. Os espectros obtidos foram comparados para avaliar modificações estruturais nos filmes e verificar a presença de interações químicas que pudessem influenciar suas propriedades mecânicas e térmicas.

**Crescimento do microrganismo no queijo muçarela**

A aplicação dos filmes desenvolvidos como embalagens para queijo muçarela seguiu a metodologia adaptada de Dannenberg *et al*. (12). Inicialmente, os filmes, tanto

os puros quanto aqueles aditivados com 15% de óleo essencial de laranja (OEL), assim como as fatias de queijo muçarela (4 x 4 cm), foram descontaminados por exposição à luz UV durante 15 minutos em cada lado. Em seguida, 0,1 mL de uma solução contendo a bactéria *Escherichia coli* ($10^8$ UFC·mL$^{-1}$, conforme a escala de McFarland) foi inoculado em um dos lados do queijo. Sobre esse lado, cada tipo de filme desenvolvido foi posicionado, e os sistemas foram condicionados em sacos *ziplock*. O mesmo processo foi feito para outro sistema com a bactéria *Staphylococcus aureus* ($10^8$ UFC·mL$^{-1}$, conforme mesma escala).

Esses sistemas foram armazenados a 4 °C por períodos de 0, 3, 6 e 9 dias. Após cada intervalo de tempo, foram adicionados 10 mL de água salina peptonada a 0,1% no saco ziplock para remover os microrganismos presentes no sistema. Posteriormente, foram realizadas diluições sucessivas até $10^{-6}$. A técnica de inoculação *Pour Plate* foi utilizada para depositar 1 mL de cada diluição em placas de Petri contendo meio de cultivo Ágar Nutritivo (AN). Essa etapa será conduzida em duplicata. Por fim, com base nos resultados obtidos, foi calculado o índice de crescimento microbiano (%) dividindo-se a quantidade de UFC observada em cada tempo específico pela quantidade inicial de UFC.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises antimicrobianas do óleo essencial de laranja, bem como no desenvolvimento, caracterização e aplicação dos filmes poliméricos, são apresentados e propostos neste capítulo.

### Avaliação das atividades antimicrobianas do óleo essencial de laranja doce

A atividade antimicrobiana do OEL foi avaliada por meio do teste de disco-difusão em ágar nutritivo contra as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli,* cujos resultados estão apresentados nas Figuras 1 (a) e (b), respectivamente.

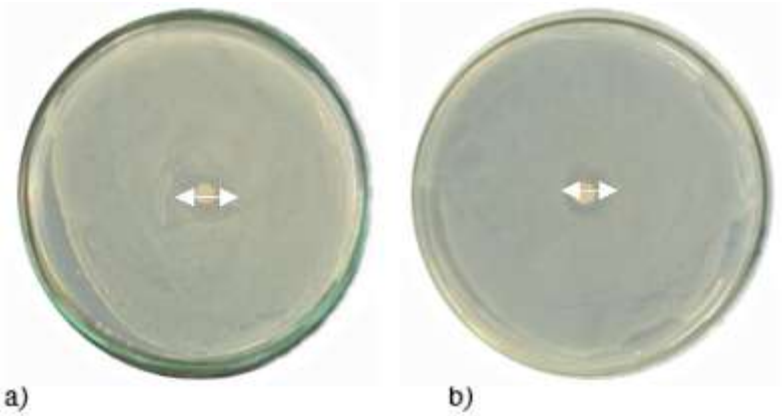



Figura 1 - Teste de disco-difusão do OC para as bactérias: a) *Staphylococcus aureus* b) *Eschericha coli*.
Fonte: Autores, 2025

A partir dos testes realizados, comprova-se a formação de halos de inibição para as bactérias *S. aureus* e *E. coli*, comprovando a atividade antimicrobiana do óleo

essencial de laranja. Os diâmetros médios dos halos de inibição foram de 1,07 ± 0,33 cm para *S. aureus* e 1,23 ± 0,19 cm para *E. coli*.

Esses resultados demonstram que o óleo essencial de laranja possui ação antimicrobiana contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. A presença desses halos sugere que os compostos presentes no óleo essencial testado têm potencial para aplicação como aditivo bactericida em embalagens ativas, auxiliando na conservação de alimentos ao reduzir a carga microbiana.

Estudos também demonstram a eficácia de óleos essenciais no controle de microrganismos patogênicos. Heberle *et al*. (14), ao avaliarem a atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Citrus sinensis*, observaram halos de inibição de 1,00 ± 0,088 cm para *S. aureus* e 0,999 ± 0,018 cm para *E. coli*. Dessa forma, os resultados obtidos neste estudo reforçam o potencial antimicrobiano do óleo essencial de laranja, sugerindo sua aplicação futura na indústria alimentícia, farmacêutica e no desenvolvimento de embalagens biodegradáveis com propriedades ativas.

**Preparação de embalagens ativas**

Após a comprovação da eficiência do OE, este foi utilizado na proporção de 15% para a produção das embalagens ativas cujas características macroscópicas estão apresentadas na Figura 2. Foram produzidas duas amostras: uma sem a adição de óleo essencial de laranja (OEL) e outra com a incorporação do composto. A presença do OEL não compromete visualmente a formação estrutural do filme, garantindo a integridade e a aplicabilidade do material.

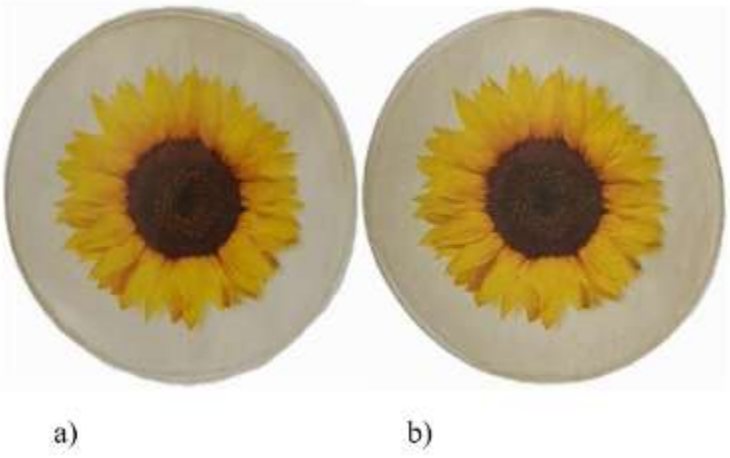



Figura 2- Embalagens ativas: a) sem OEL e b) com OEL.

Fonte: Autores, 2025

A Figura 2 apresenta os filmes produzidos para avaliação da transparência, utilizando a imagem de uma flor como plano de fundo: (a) sem a adição de óleo essencial de laranja (OEL) e (b) com OEL. Pela visualização macroscópica, a incorporação do óleo essencial de laranja foi realizada sem alteração morfológica no filme. A ausência de mudanças evidentes pode ser atribuída à dispersão sutil dos

compostos do óleo na matriz polimérica, que não afetou de forma perceptível a aparência do filme. Além disso, a coloração do alginato, geralmente translúcida ou levemente amarelada, pode ter influenciado a percepção visual das embalagens. Dessa forma, a adição do óleo essencial não comprometeu a formação da embalagem, confirmando a eficácia da incorporação.

## Caracterização dos materiais

Os ensaios mecânicos de tração, a análise termogravimétrica (TGA) e a espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR) demonstraram diferenças nas propriedades físicas, térmicas e estruturais dos filmes poliméricos produzidos com e sem a adição de óleo essencial de laranja (OEL), evidenciando o impacto do OEL no desempenho dos materiais.

### *Ensaios mecânicos de tração*

O ensaio mecânico de tração foi realizado, para os filmes de alginato de sódio produzidos com diferentes proporções de glicerol (2 e 20%), com intuito de verificar a influência do glicerol na resistência mecânica dos materiais poliméricos. Diante disso, os resultados de tensão de ruptura e o módulo de elasticidade (MPa) de cada amostra estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Valores de tensão de ruptura e módulo de elasticidade dos filmes de alginato com diferentes porcentagens de glicerol.

| Quantidade de glicerol | Amostra | Tensão de ruptura (MPa) | Módulo de elasticidade (MPa) |
|---|---|---|---|
| 2% | Alginato puro | 33,7 ± 4,92 | 434,1 ± 29,23 |
| | Alginato+15%OEL | 52,05 ± 6,92 | 603,57 ± 34,00 |
| 20% | Alginato puro | 24,80 ± 3,99 | 224,7 ± 26,72 |
| | Alginato+15%OEL | 29,6 ± 2,65 | 470,3 ± 29,30 |

Fonte: Autores, 2025

Segundo Callister e Resthwisch (15), o módulo de elasticidade reflete a resistência do material à deformação elástica, indicando que materiais com maior módulo apresentam menor deformação sob carga aplicada. A análise dos dados da Tabela 1 mostra que o aumento da quantidade de glicerol de 2% para 20% levou a uma redução no módulo de elasticidade e na tensão de ruptura. Isso ocorre porque a adição de glicerol aumenta a mobilidade das cadeias poliméricas e reduz a conexão entre elas. Assim, os filmes contendo 20% de glicerol apresentaram maior plasticidade, uma característica desejável para embalagens flexíveis.

Por outro lado, a incorporação de 15% de óleo essencial de laranja (OEL) aumentou tanto a tensão de ruptura quanto o módulo de elasticidade em ambas as concentrações de glicerol. Esse efeito indica que o OEL conferiu maior rigidez à matriz

polimérica, possivelmente devido a interações específicas entre os componentes da formulação (15). Ao comparar os filmes com 20% de glicerol, tanto na formulação pura quanto na que contém óleo essencial (OEL), observa-se que os valores médios de tensão de ruptura são próximos, especialmente considerando os desvios padrão. A média para o filme puro é de 24,80 MPa, enquanto para o filme com OEL é de 29,6 MPa. No entanto, os desvios padrão (±3,99 para o filme puro e ±2,65 para o filme com OEL) mostram que os valores individuais das amostras podem oscilar para mais ou para menos, resultando em uma sobreposição dos intervalos de variação. Isso significa que, os dois materiais possuem uma resistência à ruptura semelhante, já que os valores de tensão nas amostras são bastante próximos. Dessa forma, a adição do OEL nesse caso não provocou uma mudança expressiva na resistência mecânica do material, diferentemente do observado nos filmes com 2% de glicerol, onde a presença do OEL aumentou significativamente a rigidez.

Diante desses resultados, verificou-se que o efeito plastificante do glicerol e o efeito enrijecedor do óleo essencial se contrapõem, resultando em materiais com propriedades mecânicas específica. Sendo assim, optou-se na escolha da formulação contendo 20% de glicerol por apresentar uma característica de material mais elástico para os filmes ativos, dando continuidade aos estudos de caracterização e a análise da cinética de crescimento microbiano.

*Análise termogravimétrica (TGA)*

A análise termogravimétrica (TGA) foi realizada com o objetivo de avaliar a estabilidade térmica dos filmes desenvolvidos. Para isso, foram plotadas as curvas de perda de massa em função da variação de temperatura (Figura 3(a)), bem como suas derivadas em relação ao tempo (DTG) (Figura 3(b)) para os filmes de alginato e alginato + 15% de OEL.

a) b)

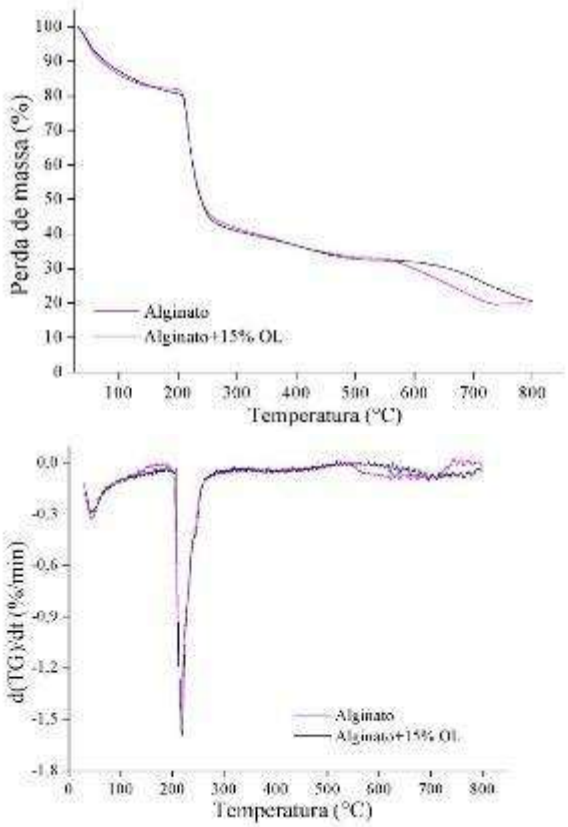



Figura 3- Curvas de TGA e suas derivadas em relação ao tempo, respectivamente, dos filmes de: alginato e alginato + 15% de OE.
Fonte: Autores, 2025

A partir das Figuras 3 a) e b), observa-se que os filmes de alginato puro e alginato com 15% de óleo essencial (OE) apresentaram comportamentos térmicos semelhantes, com perdas de massa ocorrendo em diferentes estágios. A primeira etapa, registrada aproximadamente em 100°C, está relacionada à evaporação da água presente nos filmes. Essa etapa ocorre devido à eliminação da umidade adsorvida na matriz polimérica, comuns em materiais hidrofílicos.

O segundo pico, identificado entre 200°C e 350°C, está associado a degradação térmica do alginato, envolvendo processos como a ruptura das ligações glicosídicas e liberação da estrutura polimérica (16). A análise da DTG (Figura 3b) revela um pico acentuado nesse intervalo de temperatura, diminuindo a taxa máxima de manipulação dos filmes. Além disso, observa-se que a adição de 15% de OE provocou uma leve alteração na curva de manipulação térmica, o que pode estar relacionado às interações entre o óleo essencial e a matriz polimérica. Essas interações podem modificar a estabilidade térmica do material, influenciando sua manipulação.

Apesar dessas variações, os filmes de alginato puro e alginato com 15% de OE mantiveram um perfil de degradação térmica semelhante, indicando que a incorporação do óleo essencial não compromete significativamente a estabilidade térmica da matriz polimérica.

*Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR)*

A espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR) dos filmes de alginato com 20% de glicerol, apresentados na Figura 4, revelou os grupos funcionais presentes em suas estruturas, tanto na forma pura quanto com 15% de OEL.

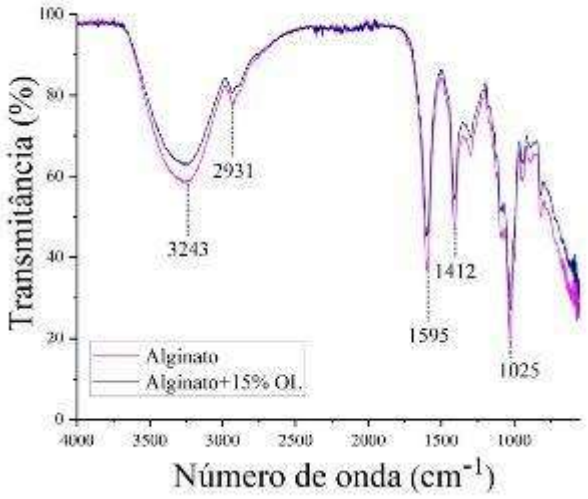



Figura 4- Espectros FT-IR para os filmes de alginato puro e com 15% de OEL.

Fonte: Autores, 2025

De acordo com a Figura 4, observa-se uma banda larga em aproximadamente 3243 $cm^{-1}$, atribuída à vibração axial dos grupos hidroxila (-OH), característica de ligações de hidrogênio entre as moléculas de alginato e glicerol (17). Essas ligações desempenham um papel fundamental na estabilidade estrutural da matriz polimérica, influenciando propriedades como solubilidade e retenção de umidade. Além disso, a banda localizada em 2931 $cm^{-1}$ está associada às vibrações de estiramento C-H, que são típicas de cadeias orgânicas presentes tanto no alginato quanto no óleo essencial.

Os picos observados em 1595 $cm^{-1}$ e 1412 $cm^{-1}$ correspondem às vibrações assimétricas e simétricas do grupo carboxilato ($-COO^-$), confirmando a presença da estrutura química do alginato (18). Esses grupos são essenciais para as propriedades do biopolímero, pois participam de interações intermoleculares que podem influenciar a estabilidade térmica e mecânica do filme. Já a banda em 1025 $cm^{-1}$ está relacionada às vibrações de estiramento das ligações C-O, indicando a presença de ligações típicas de polissacarídeos na estrutura do filme.

Ao comparar os espectros, nota-se que a adição de 15% de OEL não levou ao surgimento de novas bandas expressivas, sugerindo que as interações entre o óleo essencial e a matriz polimérica ocorrem principalmente de maneira física, sem a formação de novas ligações químicas covalentes (19). No entanto, pequenas variações na intensidade das bandas indicam que o OEL pode estar interferindo na rede de ligações de hidrogênio do material, alterando a disposição das cadeias poliméricas.

Essas mudanças sutis nos espectros sugerem que a presença do OEL pode impactar as propriedades estruturais e funcionais do filme, como flexibilidade, resistência mecânica e permeabilidade. A reorganização das interações intermoleculares, especialmente entre os grupos hidroxila e carboxilato, pode modificar a mobilidade das cadeias poliméricas, influenciando diretamente a performance do material em aplicações específicas, como embalagens ativas.

**Crescimento do microrganismo no queijo muçarela**

Considerando a comprovada ação antimicrobiana dos óleos essenciais, os filmes à base de alginato, com e sem a incorporação de 15% de óleo essencial de laranja, foram aplicados como embalagens ativas para a conservação do queijo muçarela. A adição de compostos naturais com propriedades antimicrobianas em filmes biodegradáveis tem sido considerada uma estratégia promissora para prolongar a vida útil dos alimentos, ao reduzir o crescimento de microrganismos deteriorantes, sem a necessidade de aditivos sintéticos.

A Figura 5 ilustra os sistemas experimentais montados para a análise do crescimento microbiano em queijo muçarela ao logo do tempo. As imagens estão divididas em dois grupos: (a) para o crescimento de *Staphylococcus aureus* e (b) para o crescimento de *Escherichia coli*.

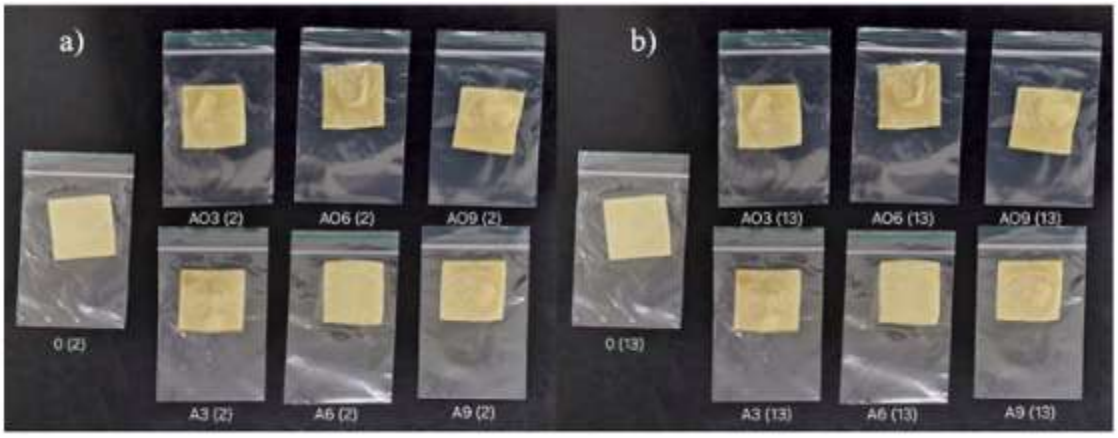



Figura 5- Sistemas experimentais para a análise da cinética de crescimento microbiano em queijo muçarela para: (a) *Staphylococcus aureus* e (b) *Escherichia coli*.

Fonte: Autores, 2025

Na Figura 5 a) estão apresentados os sistemas embalados, para o crescimento de *Staphylococcus aureus,* com filmes puros (A) e com filmes contendo 15% de óleo essencial de laranja (AO), avaliados nos tempos de 0, 3, 6 e 9 dias de armazenamento a 4 °C. Já na Figura 5 b), os sistemas são apresentados para o crescimento de *E. coli*, comparando os efeitos dos filmes puros (A) e dos filmes com óleo essencial (AO) nos mesmos tempos de armazenamento.

Observa-se que todos os filmes apresentaram boa transparência, uma característica essencial para garantir a visualização do produto a ser consumido. Além disso, os filmes mantiveram sua integridade ao longo de todo o experimento.

A contagens microbiana de cada sistema foi feito pela Unidade Formadora de Colônias, tanto para *Staphylococcus aureus*, como para *Escherichia coli*. Os resultados estão apresentados em índices de crescimento desses microrganismos pelo crescimento referente ao tempo zero (Figura 6), permitindo assim avaliar a eficácia das embalagens ativas produzidas.

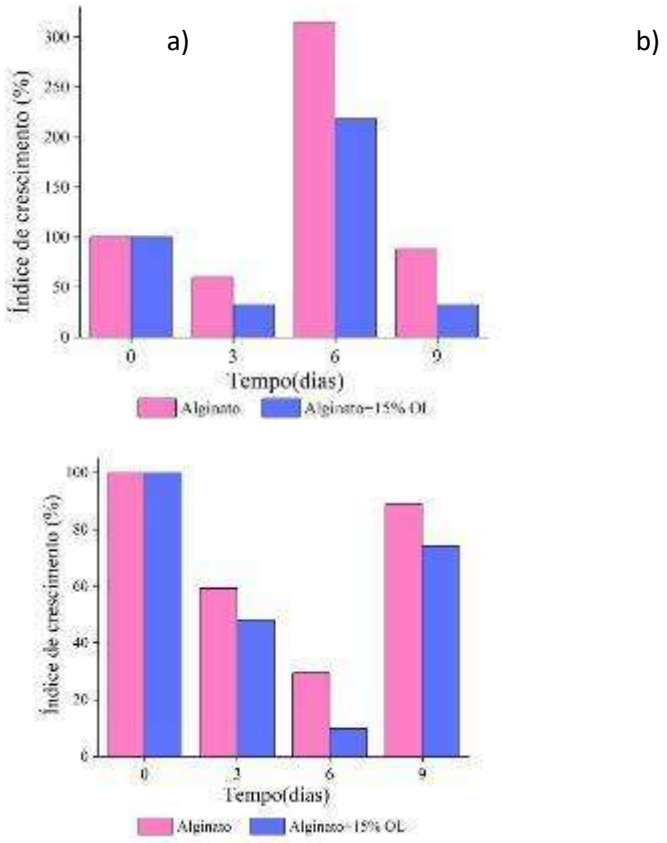



Figura 6- Índice de crescimento da *Escherichia coli* (a) *Staphylococcus aureus* (b) no queijo muçarela em contato com os filmes de alginato puro e alginato + 15% de OE.
Fonte: Autores, 2025

A Figura 6 mostra que todas as embalagens aditivadas com óleo essencial de laranja apresentaram menores índices de crescimento microbiano em comparação aos filmes de alginato puro. Para *E. coli* (Figura 6a), verifica-se que, nos primeiros dias de armazenamento, o crescimento para o filme puro e para o Filme com OEL, apresentaram índice de crescimento semelhante, porém, a partir do sexto dia, o crescimento bacteriano foi significativamente maior nos filmes sem aditivo, enquanto os filmes com óleo essencial encontraram um efeito inibitório mais evidente.

Já para *S. aureus* (Figura 6b), para filme com OEL a prevenção do crescimento foi satisfatória desde do terceiro dia de armazenamento destacando sua eficácia antimicrobiana.

A diferença entre os índices de crescimento microbiano sugere que a incorporação do óleo essencial à matriz polimérica favorece a liberação de compostos ativos para a superfície do alimento. Esse efeito contribui para a inibição do crescimento de *E. coli* e *S. aureus*, auxiliando na conservação do queijo muçarela ao retardar o desenvolvimento desses microrganismos.

Estudos prévios, como o de Doğan *et al*. (19), também demonstraram a capacidade de filmes poliméricos contendo óleos essenciais em inibir *E. coli* em produtos lácteos, reforçando o potencial dessas embalagens ativas para prolongar a vida útil do queijo sem a necessidade de conservantes sintéticos.

A Figura 7 apresenta as placas de Petri contendo as colônias de *E. coli* e *S. aureus* ao longo dos dias de armazenamento, permitindo uma avaliação visual da

proteção microbiana promovida pelos filmes. As imagens foram obtidas considerando a mesma diluição para todos os sistemas, visto que a quantidade de colônias variou significativamente entre os dias. Essa abordagem possibilita uma comparação mais clara da eficácia antimicrobiana das embalagens, evidenciando a menor eficácia dos microrganismos nos sistemas contendo óleo essencial de laranja.

Figura 7- Análise microbiológica do queijo muçarela embalados, durante 3, 6 e 9 dias, nas embalagens de alginato puro e alginato + 15% de OE para: a) *Escherichia coli* e b) *Staphylococcus aureus* para a diluição de $10^{-5}$

Fonte: Autores, 2025

Essa análise complementa os resultados dos gráficos anteriores, confirmando a redução do crescimento microbiano em sistemas contendo óleo essencial. Nos primeiros dias de armazenamento (Dia 3), observa-se um número reduzido de colônias em todas as amostras, indicando que o crescimento microbiano ainda está em estágio inicial. No entanto, já é possível notar uma diferença sutil entre os sistemas, com um menor número de colônias nos filmes contendo OE.

No Dia 6, a disparidade entre os sistemas se torna mais evidente. As placas dos queijos embalados com alginato puro apresentam um aumento expressivo no número de colônias de *E. coli* e *S. aureus*, refletindo a falta do agente antimicrobiana nesses filmes. Em contrapartida, as embalagens contendo OEL continuam a apresentar uma redução de colônias, demonstrando inibição da deficiência bacteriana ao longo do tempo.

No dia 9, as placas das amostras embaladas com alginato puro apresentaram um número significativamente maior de microrganismos, atingindo 366 UFC, especialmente para *E. coli*. Esse resultado confirma que a embalagem sem aditivos não foi eficaz em conter o crescimento microbiano ao longo do armazenamento.

Por outro lado, nos queijos embalados com alginato e 15% de OEL, ainda houve presença de colônias, porém em menor quantidade, registrando 290 UFC. Essa redução evidencia o efeito antimicrobiano do óleo essencial, contribuindo para o controle do crescimento bacteriano.

Esses resultados estão alinhados com o estudo de Andrade *et al.* (20), que desenvolveram um material à base de PBAT incorporado com óleo essencial de laranja para aplicação em embalagem ativa antimicrobiana. O estudo demonstrou que, mesmo com a adição do óleo essencial, a matriz polimérica manteve suas propriedades térmicas e morfológicas, além de apresentar migração do composto ativo. Essa migração contribuiu para a redução do crescimento de *E. coli*, destacando o potencial do óleo essencial de laranja na inibição microbiana. Dessa forma, os resultados deste estudo reforçam a viabilidade da incorporação de OEL em filmes de alginato como uma estratégia eficaz para controle microbiano e aumento da vida útil do queijo muçarela.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade da formulação proposta, tanto em termos de propriedades físico-químicas e mecânicas quanto à eficácia antimicrobiana A avaliação preliminar da atividade antimicrobiana do OEL comprovou sua eficácia contra as bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, validando sua aplicação como composto ativo em sistemas de embalagem. Os filmes desenvolvidos apresentaram boa integridade estrutural, transparência e resistência mecânica, sendo que a adição de glicerol influenciou diretamente a flexibilidade e rigidez dos materiais, enquanto o OEL contribuiu para o aumento da resistência e da rigidez, especialmente nas formulações com menor teor de plastificante.

As análises térmicas (TGA) indicaram que a incorporação do OEL não comprometeu a estabilidade térmica da matriz polimérica, e os espectros de FT-IR demonstraram que não houve formação de novas ligações químicas, sugerindo interações físicas entre os constituintes dos filmes. A aplicação dos filmes como embalagens para queijo muçarela mostrou-se eficaz na inibição do crescimento microbiano durante o armazenamento refrigerado por até 9 dias, com destaque para os filmes contendo 15% de OEL, que apresentaram menor índice de crescimento bacteriano em comparação aos filmes sem aditivo.

Dessa forma, conclui-se que os filmes de alginato de sódio incorporados com óleo essencial de laranja possuem potencial promissor como embalagens ativas biodegradáveis, contribuindo para a conservação de alimentos perecíveis e redução do

uso de conservantes sintéticos, além de promover práticas mais sustentáveis na cadeia produtiva de alimentos.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a avaliação da aplicação desses filmes em outros tipos de alimentos perecíveis, bem como a análise sensorial e de migração do composto ativo. Além disso, estudos envolvendo a combinação de diferentes óleos essenciais ou o uso de nano compostos podem ampliar a funcionalidade e a eficácia desses materiais, consolidando seu uso industrial em embalagens inteligentes e ambientalmente responsáveis.

## REFERÊNCIAS


1. MARTINAZZO, J.; PIAZZA, S. P.; SCHERER, G. C.; PIETA, L. Embalagens ativas: uma tecnologia promissora na conservação de alimentos. Braz J Food Res, v. 11, n. 2, p. 171-194, 2020.
2. BRAGA, L. R.; SILVA, F. M. Embalagens ativas: uma nova abordagem para embalagens alimentícias. Braz J Food Res, v. 8, n. 4, p. 170-186, 2017.
3. BHARGAVA, N.; SHARANAGAT, V. S.; MOR, R. S.; KUMAR, K. Active and intelligent biodegradable packaging films using food and food waste-derived bioactive compounds: A review. Trends Food Sci Technol, v. 105, p. 385-401, 2020.
4. WU, W.; LIU, L.; GOKSEN, G.; DEMIR, D.; SHAO, P. Multidimensional (0D-3D) nanofillers: Fascinating materials in the field of bio-based food active packaging. Food Res Int, v. 157, p. 111446, 2022.
5. CODEX ALIMENTARIUS. General Standard for Food Additives (Internet). 2019 (citado 2025 jan 10).
6. TOMASKA, L. D.; BROOKE-TAYLOR, S.; MOTARJEMI, Y.; MOY, G.; TODD, E. Food Additives. In: Encyclopedia of Food Safety. Cambridge: Academic Press, v. 2, p. 449-454, 2014.
7. HONORATO, T. C.; SILVA, M. V. S.; OLIVEIRA, A. L. Aditivos alimentares: aplicações e toxicologia. Rev Verde Agroecol Desenvolv Sustentável, v. 5, n. 8, p. 1-11, 2013.
8. CZAKERT, J.; STRITTER, W.; BLAKESLEE, S. B.; SEIFERT, G. Scenting serenity: influence of essential-oil vaporization on dental anxiety - a cluster-randomized, controlled, single-blinded study (AROMA_dent). Int J Sci Rep, v. 19, p. 14143, 2024.
9. FERRONATTO, A. N.; ROSSI, R. C. Extração e aplicação do óleo essencial da casca da laranja como um ingrediente natural. Estud Tecnol Eng, v. 12, n. 2, p. 78-93, 2018.
10. MILKPOINT. O consumo de queijos pelos brasileiros (Internet). 2021 (citado 2025 jan 20).
11. ABIQ. Associação Brasileira das Indústrias de Queijos. Consumo per capita de queijos no Brasil (Internet). 2021 (citado 2025 jan 20).
12. DANNENBERG, G. S.; FUNCK, G. D.; GRUXEN, C. E. S.; MARQUES, J. L.; SILVA, W. P.; FIORENTINI, A. M. Essential oil from pink pepper as an antimicrobial component in cellulose acetate film: Potential for application as active packaging for sliced cheese. LWT - Food Science and Technology, v. 81, p. 314-318, 2017.
13. HEBERLE, T.; KRINGEL, D. H.; DANNENBERG, G.; EVANGELHO, J. A.; OLIVEIRA, R. P.; DIAS, A. R. G. Atividade antimicrobiana de óleo essencial de laranja. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 25.; CIGR Session 6 International Technical Symposium, 10.; 2016. Gramado.

14. CALLISTER, W. D. Jr; RETHWISCH, D. G. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 817 p.
15. GOHARY, T. F.; QAHTAN, H. G.; ALHARBI, G. M.; ASNAG, A. L.; WALY. Studies of the structural, optical, thermal, electrical and dielectric properties of a polyvinyl alcohol/sodium alginate blend doped with Cu nanoparticles and ZnO nanorods as hybrid nanofillers for use in energy storage devices. J Polym Environ, v. 31, 2023.
16. JAHED, F.; SHAHABI-GHAFARROKHI, I.; OROMIEHIE, A. Physical and mechanical properties of sodium alginate films incorporated with clove essential oil. Carbohydr Polym, v. 157, p. 1-8, 2017.
17. CARPINÉ, D.; GRANDO, M. F.; BERTOLINI, S. M.; SOARES, N. D.; QUADRI, M. G. N. Development and characterization of active films based on cassava starch and pinhão seed coat extract. J Polym Environ, v. 24, p. 71-79, 2016.
18. DOĞAN, O. B.; ALEMDAR, S.; DOĞAN, M. Chitosan-based edible films and coatings for food preservation: A review. Int J Biol Macromol, v. 210, p. 669-681, 2022.
19. ANDRADE, M. F.; SILVA, I. D. L.; SILVA, G. A.; CAVALCANTE, P. V. D.; SILVA, F. T.; ALMEIDA, Y. M. B.; et al. A study of poly (butylene adipate-co-terephthalate)/orange essential oil films for application in active antimicrobial packaging. LWT, v. 125, p. 109148, 2020.

# FILME BIOPOLIMÉRICO FLEXÍVEL COM NANOCOMPÓSITOS DE ÓXIDO DE CARBONO AMORFO HIDRATADO: PROPRIEDADE ÓPTICA E PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA

# FLEXIBLE BIOPOLYMER FILM WITH HYDRATED AMORPHOUS CARBON OXIDE NANOCOMPOSITES: OPTICAL PROPERTIES AND WATER VAPOR PERMEABILITY

**DOI: 10.65747/conali2025v2c19**

**Kelvi Wilson Evaristo Miranda[1]; Gilleno Ferreira de Oliveira[2]; Francislei Santa Anna Santos[3]; Maria do Socorro Rocha Bastos[4]; Lucicléia Barros de Vasconcelos[5]**

[1]Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – PPGCTA – UFC; E-mail: kelviwilmiranda@gmail.com

[2]Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo PPGCTA – UFC; E-mail: gillenooliveira@gmail.com

[3]Docente do Departamento de Processos Industriais e Engenharia Química – IFBA, campus Salvador; E-mail: francisleisantos@ifba.edu.br

[4]Pesquisadora do Laboratório de Tecnologia de Embalagem – LTE – EMBRAPA Agroindústria Tropical; E-mail: socorro.bastos@embrapa.br

[5]Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos – DEAL – UFC; E-mail: lucicleia_barros@ufc.br

**Resumo:** A produção e aplicação de materiais biopoliméricos tem mostrado um potencial expansivo nos setores industriais, como as embalagens devido sua viabilidade de obtenção, uso de tecnologias limpas e baixo custo. A presente pesquisa objetivou desenvolver um filme biopoliméricos flexível com matriz de amido de mandioca (*Manihot esculenta*) e nanocompósito de óxido de carbono amorfo hidrato verde em suspensão (HSACO), explorando o seu potencial para aplicação em embalagem de alimentos. Filme de amido à 6% (m/v) à 80 °C/15 min formado pelo método casting descontínuo, acrescido de diferentes concentrações de HSACO obtida por ultrassonicação à 120 W de potência nominal por 120 min (ciclo contínuo). Os filmes foram caracterizados quanto à propriedade óptica (transparência, opacidade, barreira à radiação UV e diferença total de cor) e permeabilidade ao vapor de água (WVP) conforme ASTM E96-95/ E96M-05 (método úmido). A incorporação de HSACO à matriz amilácea se mostrou positiva e satisfatórios para barreira à radiação UV, na região UV-A (315-400 nm) e UV-B (280-315 nm), com baixas transmissões ópticas e bom nível de transparência do material. Em termos de WVP, promoveu uma redução de 1,41 para 0,92 g.mm/m$^2$.kPa.h, uma redução de 35%. Assim, as embalagens propostas são capazes de atender à diferentes especificidades, tendo em vista sua versatilidade e perfil sustentável. No entanto, estudos mais aprofundados e voltados ao perfil sustentável, como biodegradação, em diferentes ambientes e situações de contato direto/indireto com o alimento são prerrogativas para futura aplicabilidade comercial do material.

**Palavras–chave:** ecologicamente amigável; embalagem; nanotecnologia; sustentabilidade

**Abstract:** The production and application of biopolymeric materials has shown expanding potential in industrial sectors such as packaging due to the feasibility of clean technology and low cost. This study aimed to develop a flexible biopolymeric film containing a cassava starch (*Manihot esculenta*) matrix and green hydrate-suspended amorphous carbon oxide (HSACO) nanocomposites, and to explore its potential application in food packaging. A 6% (m/v) starch film was formed by the discontinuous casting method at 80 °C for 15 min, with the addition of HSACO at different concentrations obtained by ultrasonication at 120 W nominal power for 120 min (continuous cycle). The films were characterized in terms of their optical properties (transparency, opacity, UV barrier and total colour difference) and water vapour permeability (WVP) according to ASTM E96-95/E96M-05 (wet method). Incorporating HSACO into the starch matrix was found to provide an effective barrier against UV radiation in the UV-A (315–400 nm) and UV-B (280–315 nm) regions, offering low optical transmission while maintaining a high level of transparency. Regarding WVP, HSACO incorporation reduced it from 1.41 to 0.92 g.mm/m².kPa.h (a 35% reduction). Thus, the proposed packaging is capable of meeting different specific needs, given its versatility and sustainable profile. However, more in-depth studies focusing on aspects such as biodegradation in different environments and situations involving direct or indirect contact with food are necessary for the material to be commercially applicable in the future.

**Keywords:** ecofriendly; packaging; nanotechnology; sustainability

## INTRODUÇÃO

As embalagens de alimentos exercem papel fundamental, seja de forma intrínseca como extrínseca, na preservação da qualidade e segurança dos produtos, influenciando diretamente o tempo de prateleira e auxiliando na manutenção das características sensoriais e nutricionais, especialmente em alimentos frescos, refrigerados e/ou congelados, durante as etapas de produção, armazenamento e distribuição (1,2,3).

Apesar de sua importância, a gestão pós-consumo das embalagens ainda se mostra ineficaz, gerando desequilíbrios entre produção e reaproveitamento, resultando no acúmulo de resíduos sólidos com graves impactos ambientais (4). Os polímeros não biodegradáveis são apontados como um dos principais responsáveis por esse impacto, uma vez que se acumulam em aterros e lixões em grande escala (5,6). Tais resíduos afetam diretamente os ecossistemas e produzem consequências de ordem ambiental, social, econômica e cultural.

De acordo com a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (7), estima-se que cada habitante produza, em média, 382 kg de resíduos sólidos por ano, o equivalente a mais de 1 kg por dia, sendo que cerca de 5% desse volume corresponde a materiais de embalagens. Esse cenário é intensificado pelo padrão de consumo da sociedade contemporânea, caracterizado pela busca por alimentos práticos, seguros (*safe*) e de rápido preparo, como os produtos de *fast food*.

Nesse contexto, observa-se o crescente interesse em soluções inovadoras para o setor de embalagens, que conciliem qualidade, segurança e sustentabilidade (4). A busca por novos materiais ecologicamente amigáveis (*ecofriendly*) vem indicando um futuro promissor junto ao setor industrial, o qual vem se tornando um grande aliado e agente motivador para o fortalecimento dessas ações, utilizando de argumentos da chamada “ecologia industrial sustentável” (8,9). A literatura aponta que os biopolímeros têm emergido como alternativas promissoras aos materiais convencionais, sendo enquadrados no conceito de sustentabilidade por atender às necessidades da sociedade atual sem comprometer as gerações futuras (10,11).

Os biopolímeros podem ser obtidos de diferentes fontes: (i) biomassa (matrizes poliméricas de recursos agrícolas: “agro polímeros” de “agro recursos”): amidos (12), produtos lignocelulósicos (13), pectinas, gomas, quitina/quitosana (14), celulose bacteriana (15); (ii) proteínas e lipídios de origem animal (caseína, soro de leite, colágeno/gelatina) e origem vegetal (zeína, soja, glúten). No entanto, quando comparadas às embalagens petroquímicas, as baseadas em biopolímeros ainda apresentam limitações em propriedades mecânicas, físicas e físico-químicas (16).

Mesmo assim, a produção e aplicação de polímeros biodegradáveis e bioplásticos têm crescido de forma significativa nos setores industriais, impulsionadas pela facilidade de obtenção, adoção de tecnologias limpas e viabilidade econômica (8,9). Tais fatores reforçam a importância do desenvolvimento de materiais alternativos que possam substituir, de maneira sustentável, os polímeros convencionais.

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver um filme flexível a partir de matriz biopolimérica de amido de mandioca (*Manihot esculenta*) com compósito de óxido de carbono amorfo hidratado em suspensão (HSACO). Esta abordagem busca alinhar inovação tecnológica às diretrizes de sustentabilidade, explorando o potencial de aplicação desses materiais em embalagens de alimentos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Materiais

NHKBIO® foi gentilmente fornecido pela AdpCLEAN Ltda. (Bahia, Brasil). Este material é sintetizado utilizando a rota fotoeletroquímica "U", baseada no processo NHK (Nano-Hope-Key), detalhamento do processo é objeto de patente (BR102024023159-7), o qual está detido pela AdpCLEAN Ltda. Amido de mandioca (*Manihot esculenta*) comercial obtida na cidade de Fortaleza, Ceará (Brasil). Álcool etílico absoluto P.A. 99,8% de pureza ($M_w$ = 46,07 g/mol, densidade 0,7890-0,7915 g/cm$^3$ e CAS 64-17-5) adquirido na Êxodo Científica (Brasil). Glicerol P.A. (densidade 1,26 g/cm$^3$, Mw = 92,10 g/mol e CAS 56-81-5) da Dinâmica (Brasil).

### Métodos

#### *Produção da suspensão do óxido de carbono amorfo hidratado (HSACO)*

As condições detalhadas para obtenção da HSACO foram obtidas em estudos anteriores (dados não divulgados). 18,16 µL de NHKBIO® foram colocados em 50 mL de água ultrapura (Milli-Q®), correspondendo à uma concentração final de 0,4 mg/mL

de HSACO. Em seguida, foi submetida à cavitação ultrassônica de baixa frequência, 24 kHz, em ultrassom de ponteira (modelo UP400-S, Hielscher, Germany) com sonda de 22 mm de diâmetro e 400 W de potência. O processo de cavitação ocorreu com 30%W (amplitude) por 120 min. Devido a ocorrência de alto aquecimento, foi acoplado ao sistema, um banho termostático com circulação (modelo F-25, Julabo, Germany) à 15 °C, a fim de manter a temperatura interna durante o processo de cavitação do HSACO em 24 ± 2 °C. Por fim, 1,0% (v/v) de álcool etílico P.A. foi adicionado à suspensão para reduzir a incidência de aglomerações da HSACO, conforme esquematizado na Figura 1.

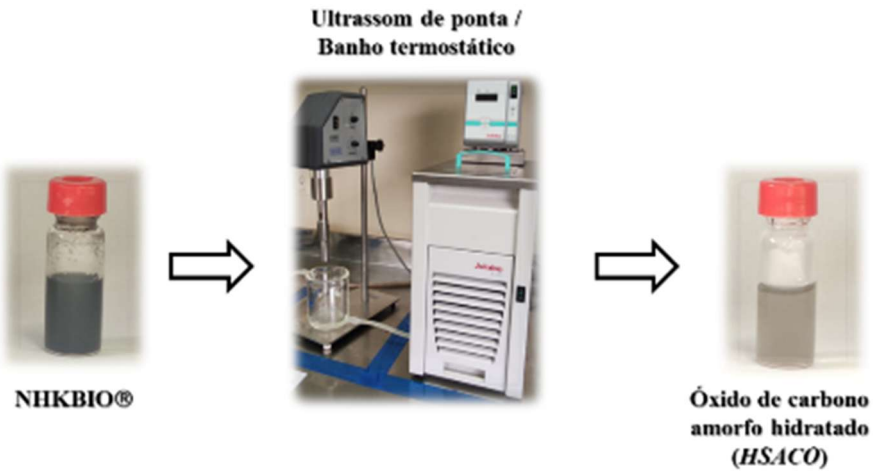



Figura 17 – Esquematização do sistema de cavitação ultrassônica acoplato com banho termostático, na formação da suspensão de óxido de carbono amorfo hidratado (HSACO).
Fonte: Autores, 2025

***Preparação dos filmes flexíveis***

Os filmes flexíveis de amido de mandioca, foram obtidos através de solução filmogênica à 6,0% (m/v), aquecida à 80 °C por 15 min, sob agitação constante. As soluções foram resfriadas, aproximadamente 40 °C. Em seguida, foram incorporados o agente plastificante, glicerol, 0,25 g/g de matéria seca e HSACO em diferentes concentrações (0,5 e 1,0%, v/v), logo misturadas em ultraturrax (modelo T-25, IKA®, WerkeGmbH & Co. KG, Staufen, Germany) à 11.000 rpm por 6 min. Todas as soluções poliméricas foram preparadas com água destilada. A Tabela 1 apresenta as variações de incorporação da HSACO.

Tabela 11 – Descrição experimental da incorporação de HSACO no preparo das soluções filmogênicas de amido para formação dos filmes flexíveis.

| Codificação | Matriz polimérica (%, m/v) | HSACO (%, v/v) |
|---|---|---|
| A-ctl* | 6,0 | - |
| A-H-0,5 | 6,0 | 0,5 |
| A-H-1,0 | 6,0 | 1,0 |

(*) tratamento controle, sem incorporação de HSACO.

Fonte: Autores, 2025

Os filmes foram formados através do método casting descontínuo com espessura úmida de 1,0 mm. Em seguida, os filmes foram deixados *overnight* sob condições ambientes de temperatura e umidade relativa (25 ± 2 °C e 65 ± 5%, respectivamente).

### *Caracterização dos filmes flexíveis*

A espessuras dos filmes foram determinadas com micrômetro digital, com resolução 0,001mm (modelo Digimatic Micrometer, Mitutoyo). Foram realizadas dez leituras de forma aleatória sobre a área do filme, em quintuplicata.

As propriedades óptica dos filmes flexíveis foram estudados conforme proposto por Haghighi et al. (8), Gusman-Puyol et al. (17) e Lyu et al. (18), para transparência, opacidade e barreira à radiação UV. As análises foram realizadas em espectrofotômetro UV-vis (model Varian Cary 50 UV-vis, Agilent Technologies, CA, USA). Os filmes foram dimensionados com 1 cm x 5 cm, em seguida colocados de forma perpendicular em cubetas de vidro para serem incididos pelo feixe de luz.

A transparência foi determinada com base na transmitância a 600 nm (Eq. 1) (17) e a opacidade de acordo com a absorbância a 500 nm (Eq. 3) (19).

$$Transparency = \frac{-(log\ \%T_{600})}{b} \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde $\%T_{600}$ representa a transmitância percentual em um comprimento de onda de 600 nm e b, a espessura do filme em milímetros (mm).

$$Abs_{500} = -log\ \frac{1}{T} \quad \text{(Equação 2)}$$

$$Opacidade = Abs_{500} \times b \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde T é o valor de transmitância a 500 nm, Abs500 é a absorbância obtida a 500 nm e b é a espessura do filme (mm).

A propriedade de barreira à radiação UV buscou analisar as radiações nas regiões de 200 a 400 nm, sendo $S_{UVC}$, $S_{UVB}$ e $S_{UVA}$ integrais de transmitância das regiões UV-C (200-280 nm), UV-B (280-320 nm) e UV-A (320-400 nm), respectivamente. Os resultados obtidos foram analisados nas equações Eq. 4-6 (18):

$$S_{UVA} = 1 - T_{UV-A} = 1 - \frac{\sum_{320}^{400} T_\lambda \times \Delta\lambda}{\sum_{320}^{400} \Delta\lambda} \times 100\% \quad \text{(Equação 4)}$$

$$S_{UVB} = 1 - T_{UV-B} = 1 - \frac{\sum_{280}^{320} T_\lambda \times \Delta\lambda}{\sum_{280}^{320} \Delta\lambda} \times 100\% \quad \text{(Equação 5)}$$

$$S_{UVC} = 1 - T_{UV-C} = 1 - \frac{\sum_{200}^{280} T_\lambda \times \Delta\lambda}{\sum_{200}^{280} \Delta\lambda} \times 100\% \quad \text{(Equação 6)}$$

Onde, $T_{UV\text{-}A}$, $T_{UV\text{-}B}$ e $T_{UV\text{-}C}$ são a transmitância média (%) em regiões UV específicas, λ e Δλ, comprimento de onda e dispersão de comprimento de onda, respectivamente, e Tλ é a transmitância espectral.

A análise da cor dos filmes foi realizada de acordo com Zhang & Han (20) no sistema CIE-L*a*b*, utilizando um colorímetro digital modelo CR-400 (Konica MINOLTA, Osaka, Japão). O colorímetro foi calibrado usando um padrão branco (L* = 95,61, a* = -0,16 e b* = 2,38). Em seguida, os filmes foram analisados para determinação da diferença total de cor (ΔE) de grau absoluto. Todos os valores foram adquiridos em triplicata, de acordo com a Eq. 7:

$$\Delta E = ((L* - L_i*)^2 + (a* - a_i*)^2 + (b* - b_i*)^2)^{0.5} \quad \text{(Equação 7)}$$

Sendo, L* o parâmetro que indica brilho, a* representa a coordenada cromática em verde (-a*) a vermelho (+a*) e b* é a coordenada cromática em azul (-b*) a amarelo (+b*). $L^*_i$, $a^*_i$, $b^*_i$, os valores obtidos pelo colorímetro das amostras analisadas.

A propriedade de barreira ao vapor de água (WVP) foi analisada de acordo com a ASTM E96/E96M-16 (21). O método propõe o estudo da permeabilidade ao vapor de água (WVP) (Eq. 8) e taxa de transmissão de vapor de água (WVTR) (22). As análises foram realizadas à temperatura controlada de 25 ± 1 °C em quintuplicata. As células de permeação (área analítica: Ø 24 mm e 10 mm altura) foram preparadas com 2,0 mL de água destilada (correspondendo à condição com 100% RH). Segundo a ASTM, foi utilizado o método dissecante, onde no Dry-Box dissecador vertical (Nalgon, SP, BRA), foi utilizada sílica gel para controle da umidade (30% RH). As amostras foram deixadas por 1 h no dissecador, para fins de equilíbrio de sorção e difusão do permeante, segundo a 1ª lei de Fick e Lei de Henry. Foram realizadas leituras durante o período de 24 h, totalizando oito leituras.

$$WVP = \frac{g \times e}{A \times t \times \Delta P} \quad \text{(Equação 8)}$$

Sendo WVP (g.mm/m$^2$.h.kPa) a permeabilidade do material ao vapor de água; g, o ganho de massa (g); e, a espessura média (mm); A, a área de permeação (m$^2$); t, o tempo total (h); ΔP, a diferença de pressão de vapor ambiente (kPa, 25 °C); e g/t calculado pela regressão linear do ganho de peso em relação à curva de tempo (regime

permanente). O WVTR (g/m$^2$.h) corresponde à relação $\frac{g}{A \times t}$. Foram realizadas cinco repetições para cada amostra.

### Análise estatística

O estudo estatístico da pesquisa foi realizado através do software Statistica v.12 (StatSoft, Inc., US, 2011), aplicando a ANOVA unidirecional para fins de determinação de análises post-hoc de diferenças significativas entre os tratamentos honesto de Tukey. Além disso, o teste de análise de variância unidirecional (HSD), para fins de comparativos dos grupos e nível de significância estabelecido de 5% ($p < 0,05$).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo das regiões do UV para as embalagens de alimentos é considerada importante, devido à capacidade de induzir a formação de radicais livres, impactando na qualidade do alimento embalado (23). A Tabela 2 mostra o comportamento dos filmes flexíveis quanto à propriedade óptica do material. A incorporação de HSACO nos filmes, promoveu um aumento na barreira à radiação UV, principalmente nas regiões UV-A e UV-B, com a concentração de 1,0% (v/v) de HSACO. A transmitância óptica (OT) apresentou comportamento inverso de forma significativa em relação ao tratamento controle (A-ctl) ($P < 0,05$).

Tabela 12 – Transmissão óptica (OT, %) e barreira à radiação UV (%) dos filmes flexíveis de amido com HSACO.

| Amostras | Transmitância (%) | | | Barreira UV (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | UV–C* | UV–B** | UV–A*** | UV–C | UV–B | UV–A |
| A-ctl | 0,02 ± 0,00$^{a}$ | 8,1 ± 0,5$^{a}$ | 67,6 ± 4,3$^{a}$ | 99,98 ± 0,01$^{a}$ | 91,9 ± 0,5$^{b}$ | 32,3 ± 4,3$^{b}$ |
| A-H-0,5 | 0,02 ± 0,00$^{a}$ | 7,2 ± 1,4$^{ab}$ | 60,8 ± 10,8$^{ab}$ | 99,98 ± 0,01$^{a}$ | 92,8 ± 1,4$^{ab}$ | 39,2 ± 10,8$^{ab}$ |
| A-H-1,0 | 0,02 ± 0,00$^{a}$ | 5,1 ± 0,9$^{b}$ | 44,9 ± 7,3$^{b}$ | 99,98 ± 0,01$^{a}$ | 94,9 ± 0,9$^{a}$ | 55,0 ± 7,3$^{a}$ |

(*) Região UV-C: 200 – 280 nm; (**) Região UV-B: 280 – 315 nm; (***) Região UV-A: 315 – 400 nm. Valores expressos como média ± desvio padrão. Para cada propriedade analisada, médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$; teste de Tukey).
Fonte: Autores, 2025

A região entre 280 e 400 nm, que corresponde à radiação UV-B (280-315 nm) e UV-A (315-400 nm) foram as mais afetadas com a incorporação do HSACO de forma significativa ($P < 0,05$). Em contrapartida, não houve variações na região mais energética, 200-280 nm (região UV-C) ($P > 0,05$). O aumento da barreira à UV, pode estar associada a formação de uma barreira pelas partículas cavitadas do HSACO, as quais proporcionaram uma interrupção do fluxo da radiação UV (24). Com isso, os efeitos provocados pela incidência dos raios UV sobre os alimentos, principalmente os fotossensíveis, pode resultar em deterioração oxidativa, perda de nutrientes, desenvolvimento de sabores e aromas indesejados (*off-flavor*) (25,26).

A literatura mostra que a incorporação de material carbonáceo, como óxido de grafeno (GO) e óxido de grafeno reduzido (Gor), proporcionam uma redução nas propriedades ópticas e colorimétricas do material (27). Wu et al. (28) em seus estudos com GO modificado com carboximetilcelulose (CMC) em filmes de amido/quitosana, observaram uma barreira em torno de 92,7% na região UV completa, retendo aproximadamente 50% de transmitância de luz visível. Tais interações dos materiais carbonáceos com a matriz polimérica promovem compatibilidade, impactando na transparência do material, como mostra a Tabela 3.

Tabela 13 – Transparência e opacidade dos filmes flexíveis de amido com diferentes concentrações de HSACO.

| Amostras | Espessura (mm) | Transparência (%T/mm) | Opacidade (Abs.mm) |
|---|---|---|---|
| A-ctl | 0,037 ± 0,002$^{a}$ | 82,3 ± 4,0$^{a}$ | 0,10 ± 0,02$^{b}$ |
| A-H-0,5 | 0,032 ± 0,003$^{b}$ | 75,4 ± 10,1$^{ab}$ | 0,14 ± 0,06$^{ab}$ |
| A-H-1,0 | 0,030 ± 0,002$^{b}$ | 59,6 ± 7,2$^{b}$ | 0,25 ± 0,06$^{a}$ |

Valores expressos como média ± desvio padrão. Para cada propriedade analisada, médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si (p <0,05; teste de Tukey).
Fonte: Autores, 2025

A Tabela 3 mostra que a incorporação de HSACO afetou sutilmente a espessura dos filmes de forma significativa (P <0,05). Tal comportamento pode estar associado à possível distribuição homogênea dos compósitos carbonáceos por toda a área do filme. Assim como, a morfologia das partículas de carbono (29). Com isso, criando um caminho de difusão dos raios luminosos mais complexo, promovendo uma maior resistência à transferência de massa através dos filmes (29,30). Tal comportamento corrobora com o observado na Tabela 2. Os valores de transparência e opacidade observados (Tabela 3) demonstram o potencial do material quanto à manutenção da visibilidade do interior da embalagem, quando avaliamos sua aplicação em alimentos.

Parâmetros colorimétricos podem influenciar no comportamento e aplicabilidade do material de embalagem. A Tabela 4 mostra que a luminosidade dos filmes não diferiu significativamente (P >0,05). Em contrapartida, as demais coordenadas (a* e b*) apresentaram variações (P <0,05).

Tabela 14 – Parâmetros de coloração dos filmes flexíveis de amido com diferentes concentrações de HSACO para as coordenadas colorimétricas de luminosidade (L*), vermelho/verde (a*) e amarelo/azul (b*) e diferença total de cor (ΔE).

| Amostras | L* | a* | b* | ΔE |
|---|---|---|---|---|
| A-ctl | 95,11 ± 0,16$^{a}$ | -0,11 ± 0,01$^{b}$ | 2,49 ± 0,05$^{b}$ | 0,41$^{b}$ |
| A-H-0,5 | 95,84 ± 0,78$^{a}$ | -0,16 ± 0,01$^{a}$ | 2,45 ± 0,16$^{b}$ | 0,44$^{b}$ |
| A-H-1,0 | 94,83 ± 0,11$^{a}$ | -0,12 ± 0,02$^{ab}$ | 3,13 ± 0,04$^{a}$ | 1,39$^{a}$ |

Valores expressos como média ± desvio padrão. Para cada propriedade analisada, médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si (p <0,05; teste de Tukey).
Fonte: Autores, 2025

A Tabela 4 apresenta que a incorporação de HSACO promoveu uma variação colorimétrica nos filmes, com aumento de 239 % no ΔE (P <0,05). A variação observada está associada à coordenada b*. Segundo a literatura, esse comportamento está relacionado à interação matriz:compósito, a qual afeta a transmitância dos filmes em vários comprimentos de ondas (31). Os valores observados para ΔE <3,0 indicam que não é possível observar diferença cromáticas qualitativa dos filmes de forma visível ao olho humano (treinado ou não treinado). Sendo possível, apenas, através de equipamentos sensíveis (32,33,34).

As espessuras dos filmes flexíveis apresentaram variações significativas (P <0,05) como discutido anteriormente na Tabela 3. Tal comportamento influencia diretamente à propriedade de permeabilidade ao vapor de água (WVP), como mostra a Tabela 5, na qual é possível observar que o tratamento controle (A-ctl) se mostrou mais permeável aos vapores úmidos do que os tratamentos com HSACO, confirmando a natureza hidrofílica da matriz amilácea.

Tabela 15 – Perfil de permeabilidade ao vapor de água (WVP), com as taxas de permeabilidade ao vapor de água (TWVP) e permeação dos filmes flexíveis de amido com diferentes concentrações de HSACO sob condições controladas (25 °C e 65% UR).

| Amostras | TWVP (g/m$^2$.h) | Permeação (g/m$^2$.kPa.h) | WVP (g.mm/m$^2$.kPa.h) |
|---|---|---|---|
| A-ctl | 91,9 ± 6,3$^{b}$ | 37,8 ± 3,4$^{a}$ | 1,41 ± 0,17$^{a}$ |
| A-H-0,5 | 100,4 ± 1,6$^{ab}$ | 29,1 ± 0,6$^{b}$ | 0,92 ± 0,09$^{b}$ |
| A-H-1,0 | 107,2 ± 4,8$^{a}$ | 31,7 ± 1,8$^{b}$ | 0,93 ± 0,03$^{b}$ |

Valores expressos como média ± desvio padrão. Para cada propriedade analisada, médias seguidas pela mesma letra minúscula na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si (p <0,05; teste de Tukey).
Fonte: Autores, 2025

A incorporação de HSACO à matriz poliméricas promoveu uma redução expressiva e significativa (P <0,05) da permeabilidade, com valores ≤ 0,93 g.mm/m$^2$.kPa.h. Esse comportamento pode estar associado a interação do material carbonáceo com a matriz polimérica, criando caminhos difusivos complexos, um fenômeno de tortuosidade para as moléculas de água, reduzindo o volume livre, tornando o filme mais denso, limitando a rápida permeação do vapor de água entre o filme (35,28,36), como mostra a Tabela 5. Segundo a literatura, a morfologia das partículas de carbono e sua distribuição na matriz, a qual impacta no aumentando da eficiência da barreira e resistência à transferência de massa dos filmes (29,30). No entanto, a ausência de diferença significativa (P >0,05) entre os filmes com HSACO, sugere uma possível tendência de aglomeração ou saturação do material compósito em valores superiores à 0,5%. Logo, reduzindo sua eficácia no bloqueio da difusão. Tal comportamento está associado ao aumento da taxa de permeabilidade ao vapor de água (TWVP). Comportamentos similares foram observados na literatura, onde pequenas quantidades de material carbonáceos (óxido de grafeno - GO) promoveram redução na WVP, sem ganhos adicionais para valores superiores (37).

## CONCLUSÕES

A utilização de agentes compósitos de origem carbonácea na forma de suspensão como o óxido de carbono amorfo hidratado (HSACO) demostrou eficiência nas propriedades de ópticas e de barreira à radiação UV e vapor de água (WVP). Os filmes com 0,5% (v/v) de HSACO se mostraram positivos e satisfatórios para barreira à radiação UV, na região UV-A (315-400 nm) e UV-B (280-315 nm), com baixas transmissões ópticas e bom nível de transparência do material. Em termos de barreira à umidade, foi eficiente, promovendo uma redução de aproximadamente 35% da permeabilidade. Assim, as embalagens propostas são capazes de atender à diferentes especificidades. Tendo em vista sua versatilidade e perfil sustentável. No entanto, são necessários estudos mais aprofundados com perfil cristalográfico (difração de raios X), estrutural (Espectroscopia no infravermelho com Transformada de Fourier) e morfológica (Microscopia Eletrônica de Transmissão). Além de estudos voltados ao perfil sustentável, como biodegradação, em diferentes ambientes e situações de contato direto/indireto com o alimento são prerrogativas para futura aplicabilidade comercial do material.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Concelho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro concedido pelo projeto CNPq/MCTI/FNDCT Universal (n. 404638/2021-0). A AdpCLEAN Ltda pela doação do NHKBIO® e a EMBRAPA Agroindústria Tropical pela utilização de suas instalações para realização das análises.

## REFERÊNCIAS

(1) BUSS, D. A.; HENKES, J. A. Estudo dos impactos ambientais causados por laticínios com foco no reaproveitamento dos resíduos gerados. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 3, n. 2, p. 384–395, 11 nov. 2014.

(2) LEACH, M. et al. Food politics and development. **World Development**, v. 134, p. 105024, 1 out. 2020.

(3) NICOLETTI, M.; SERRONE, P. D. **Intelligent and Smart Packaging**. (s.l.) IntechOpen, 2017.

(4) MOURAD, A. L.; TAVARES, M. P. DE F. A responsabilidade compartilhada das embalagens pós-consumo. **Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens**, v. 32, n. 1, p. 1–4, mar. 2020.

(5) MATAVOS-ARAMYAN, S. Addressing the microplastic crisis: A multifaceted approach to removal and regulation. **Environmental Advances**, v. 17, p. 100579, 1 out. 2024.

(6) NCUBE, L. K. et al. Environmental Impact of Food Packaging Materials: A Review of Contemporary Development from Conventional Plastics to Polylactic Acid Based Materials. **Materials**, v. 13, n. 21, p. 4994, 6 nov. 2020.

(7) ABREMA. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. ABREMA, São Paulo, , dez. 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 24 jun. 2025

(8) HAGHIGHI, H. et al. Comparative analysis of blend and bilayer films based on chitosan and gelatin enriched with LAE (lauroyl arginate ethyl) with antimicrobial activity for food packaging applications. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 19, p. 31–39, 1 mar. 2019.

(9) ZORE, Ž.; ČUČEK, L.; KRAVANJA, Z. Synthesis of sustainable production systems using an upgraded concept of sustainability profit and circularity. **Journal of Cleaner Production**, v. 201, p. 1138–1154, 10 nov. 2018.

(10) ABIPLAST. **Perfil 2019**. , 2019. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2020/09/Perfil_2019_web_abiplast.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2020

(11) THOMAS, J. A Methodological Outlook on Bioplastics from Renewable Resources. **Open Journal of Polymer Chemistry**, v. 10, n. 2, p. 21–47, 30 maio 2020.

(12) SANCHES, M. A. R. et al. Development, characterization and optimization of biopolymers films based on starch and flour from jabuticaba (Myrciaria cauliflora) peel. **Food Chemistry**, p. 128430, 20 out. 2020.

(13) DA SILVA, A. O. et al. Development and characterization of biopolymer films based on bocaiuva (Acromonia aculeata) flour. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 155, p. 1157–1168, 15 jul. 2020.

(14) WANG, Z. et al. Multi-Functional Edible Film with Excellent UV Barrier Performance and Accurate Instant Ion Printing Capability. **Advanced Sustainable Systems**, v. n/a, n. n/a, p. 2000043, 27 jun. 2020.

(15) CAZÓN, P.; VÁZQUEZ, M. Bacterial cellulose as a biodegradable food packaging material: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 113, p. 106530, 1 abr. 2021.

(16) NIZAMUDDIN, S. et al. Bio-based plastics, biodegradable plastics, and compostable plastics: biodegradation mechanism, biodegradability standards and environmental stratagem. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 195, p. 105887, 1 nov. 2024.

(17) GUZMAN-PUYOL, S.; BENÍTEZ, J. J.; HEREDIA-GUERRERO, J. A. Transparency of polymeric food packaging materials. **Food Research International**, v. 161, p. 111792, 1 nov. 2022.

(18) LYU, Y.; GU, X.; MAO, Y. Green Composite of Instant Coffee and Poly(vinyl alcohol): An Excellent Transparent UV-Shielding Material with Superior Thermal-Oxidative Stability. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 59, n. 18, p. 8640–8648, 6 maio 2020.

(19) GULATI, M.; P.S, K. M.; REDDY, J. P. Effect of Onion Peel Extract on Structural, Mechanical, Thermal, and Antioxidant Properties of Methylcellulose Films. **Food and Bioprocess Technology**, v. 16, n. 10, p. 2328–2342, 1 out. 2023.

(20) ZHANG, Y.; HAN, J. H. Plasticization of Pea Starch Films with Monosaccharides and Polyols. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 6, p. E253–E261, 2006.

(21) ASTM, A. E96/E96M-16. Standard test methods for water vapor transmission of materials. **Annual Book of American Standard Testing Methods; American Society for Testing and Materials: West Conshohocken, PA, USA**, p. 719–725, 2016.

(22) BRAGA, D. G. et al. Cellulose nanostructured films from pretreated açaí mesocarp fibers: physical, barrier, and tensile performance. **CERNE**, v. 27, p. e, 25 out. 2021.

(23) BIGI, F. et al. Characterization of chitosan-hydroxypropyl methylcellulose blend films enriched with nettle or sage leaf extract for active food packaging applications. **Food Hydrocolloids**, v. 120, p. 106979, 1 nov. 2021.

(24) ARFAT, Y. A. et al. Polylactide/graphene oxide nanosheets/clove essential oil composite films for potential food packaging applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 107, p. 194–203, 1 fev. 2018.

(25) MOHAMMADI, R. et al. Physico-mechanical and structural properties of eggshell membrane gelatin- chitosan blend edible films. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 107, p. 406–412, 1 fev. 2018.

(26) RODRIGUES, J. R. P. et al. Resíduo agroindustrial de soro de leite como solvente ecologicamente correto na elaboração de filme hidrocoloidal biopoliméricos: estudo das propriedades ópticas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, p. e254111739189–e254111739189, 27 dez. 2022.

(27) DOGAN, H. Y.; ALTIN, Y.; BEDELOĞLU, A. Ç. Fabrication and properties of graphene oxide and reduced graphene oxide reinforced Poly(Vinyl alcohol) nanocomposite films for packaging applications. **Polymers and Polymer Composites**, v. 30, p. 09673911221113328, 1 jan. 2022.

(28) WU, L. et al. Structure and properties of starch/chitosan food packaging film containing ultra-low dosage GO with barrier and antibacterial. **Food Hydrocolloids**, v. 137, p. 108329, 1 abr. 2023.

(29) ADILAH, A. N.; HEAN, C. G.; HANANI, Z. A. N. Incorporation of graphene oxide to enhance fish gelatin as bio-packaging material. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 28, p. 100679, 1 jun. 2021.

(30) GOH, K. et al. Sandwich-Architectured Poly(lactic acid)–Graphene Composite Food Packaging Films. **ACS Applied Materials & Interfaces**, v. 8, n. 15, p. 9994–10004, 20 abr. 2016.

(31) DING, W. et al. Aminated graphene oxide reinforced gelatin-chitosan composite films toward biopackaging: Preparation and properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 284, p. 138104, 1 jan. 2025.

(32) MACEDO, L. L. et al. Banana liqueur made with yacon syrup: evaluation of stability during maturation. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. e2020031, 26 abr. 2021.

(33) TASSANAWAT, S. et al. **pH-Sensitive PP/Clay Nanocomposites for Beverage Smart Packaging**. 2007 2nd IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems. **Anais**... Em: 2007 2ND IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON NANO/MICRO ENGINEERED AND MOLECULAR SYSTEMS. jan. 2007. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4160365>. Acesso em: 14 jun. 2025

(34) WANG, W. et al. A renewable intelligent colorimetric indicator based on polyaniline for detecting freshness of tilapia. **Packaging Technology and Science**, v. 31, n. 3, p. 133–140, 2018.

(35) LI, Y. et al. High-barrier bacterial cellulose/polyvinyl alcohol based active packaging material for food preservation. **Carbohydrate Polymers**, v. 363, p. 123603, 1 set. 2025.

(36) ZENG, J. et al. Development of high-barrier composite films for sustainable reduction of non-biodegradable materials in food packaging application. **Carbohydrate Polymers**, v. 330, p. 121824, 15 abr. 2024.

(37) AFSHAR, M. B.; MARJANI, A. P.; BALKANLOO, P. G. Introducing graphene quantum dots in decomposable wheat starch-gelatin based nano-biofilms. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 2069, 24 jan. 2024.

# USO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS INCORPORADOS COM ÓLEOS ESSENCIAIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA MANGA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

# USE OF EDIBLE COATINGS INCORPORATED WITH ESSENTIAL OILS FOR POSTHARVEST PRESERVATION OF MANGO: A SYSTEMATIC REVIEW

**DOI: 10.65747/conali2025v2c20**

**Mateus Ribeiro Costa[1]; Krause Gonçalves Silveira Albuquerque [2]; Débora Karina Ferreira de Lira[3]; Anderson José de Lucena[4]; Lúcia Raquel Ramos Berger[5]; Gerla Castello Branco Chinelate[6]**

[1]Mestrando em Biotecnologia - PPGBIOTEC – UFPE; E-mail:mateus.rcosta@ufpe.br

[2]Mestrando em Ciências Ambientais - PPCIAM– UFAPE; E-mail: albuquerque.k.g.s@gmail.com

[3]Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PGCTA - UFRPE; E-mail: deborakarina.ufrpe@gmail.com

[4]Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PGCTA - UFRPE; E-mail: andersonjosedelucena@gmail.com

[5]Pesquisadora da Escola de Ciências, Engenharia e Meio Ambiente – Universidade de Salford; E-mail: luciaraquelramosberger@gmail.com

[6]Docente da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco; E-mail: gerla.chinelate@ufape.edu.br

**Resumo:** O Brasil é um dos maiores produtores de frutas do mundo, mas a ocorrência de danos mecânicos, distúrbios fisiológicos e doenças pós-colheita causadas por microrganismos fitopatogênicos pode inviabilizar a comercialização destes alimentos, gerar desperdícios e impactos ambientais. Nesse contexto, a aplicação de revestimentos comestíveis incorporados com óleos essenciais surge como uma tecnologia promissora para prolongar o tempo de prateleira das frutas. Desta forma, a presente revisão de literatura tem como objetivo discutir estudos científicos sobre o uso de revestimentos comestíveis incorporados com óleos essenciais na conservação pós-colheita da manga. As bases de dados ScienceDirect, Scopus e Google Acadêmico foram utilizadas nessa revisão sistemática. As palavras-chave usadas no idioma inglês e português, incluíram: 'revestimento comestível', 'óleos essenciais', 'pós-colheita', 'manga' e '*Mangifera indica'.* Foram aplicados critérios de inclusão e exclusão com o objetivo de avaliar as evidências do estudo e sua qualidade. No total, 11 estudos foram selecionados para discussão nessa revisão sistemática. Os resultados da incorporação de óleos essenciais aos revestimentos demonstraram efeitos positivos quanto à perda de massa, manutenção da firmeza, controle mais lento das alterações nos Sólidos Solúveis Totais (SST) e na acidez titulável (AT), aumento no tempo de prateleira e sua eficácia no controle de doenças pós-colheita, como a antracnose. Tais resultados ressaltam o potencial desses revestimentos para preservar a qualidade físico-química e microbiológica dos frutos.

**Palavras–chave:** biopolímeros; frutas; preservação de alimentos; tempo de prateleira

**Abstract:** Brazil is one of the world's largest fruit producers, but mechanical damage, physiological disorders, and post-harvest diseases caused by plant pathogenic microorganisms can make these foods unviable for commercialization, leading to waste and environmental impacts. In this context, the application of edible coatings incorporated with essential oils emerges as a promising technology to extend the shelf life of fruits. This literature review aims to discuss scientific studies on the use of edible coatings incorporated with essential oils for the post-harvest preservation of mangoes. The ScienceDirect, Scopus, and Google Scholar databases were used for this systematic review. The keywords used in English and Portuguese included: 'edible coating', 'essential oils', 'post-harvest', 'mango', and 'Mangifera indica'. Inclusion and exclusion criteria were applied to evaluate the study evidence and quality. In total, 11 studies were selected for discussion in this systematic review. The results of incorporating essential oils into the coatings showed positive effects on weight loss, firmness maintenance, slower changes in Total Soluble Solids (TSS) and titratable acidity (TA), increased shelf life, and effectiveness in controlling post-harvest diseases, such as anthracnose. These findings highlight the potential of these coatings to preserve the physicochemical and microbiological quality of the fruits.

**Keywords:** biopolymers; fruits; food preservation; shelf life.

## INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário global como o terceiro maior produtor de frutas, com a região Nordeste concentrando a maior área cultivada e respondendo por mais de 52% da produção nacional (1). A crescente demanda mundial por alimentos, juntamente com a preocupação com a segurança alimentar e a sustentabilidade, tem impulsionado a procura por soluções inovadoras no que diz respeito à redução das perdas pós-colheita. Em 2021, Do e colaboradores (2) relatam que, anualmente, 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são desperdiçados no mundo. Tal fato resulta em impactos ambientais significativos, como o consumo excessivo de água, área agrícola e fertilizantes, além da emissão de gases de efeito estufa.

Frutas tropicais, como a manga (*Mangifera indica* L.), são particularmente suscetíveis à rápida deterioração devido à sua suscetibilidade a patógenos e elevada taxa metabólica, por isto muitos estudos tem explorado alternativas para aumentar o tempo de prateleira destes alimentos (3). Nesse sentido, os revestimentos comestíveis surgem como uma tecnologia promissora e sustentável para o aumento da vida de prateleira de alimentos perecíveis como as frutas. Os polímeros naturais, como proteínas e polissacarídeos, presentes na composição destes revestimentos, contribuem para sua comestibilidade e biocompatibilidade (4).

A aplicação dos revestimentos comestíveis em alimentos é uma técnica capaz de prolongar a vida útil dos produtos, com mínimo impacto em suas características originais. Isso ocorre pela redução da taxa de respiração e pelo menor contato com agentes externos. Além de serem biodegradáveis e biocompatíveis, os revestimentos podem atuar como carreadores de substâncias bioativas, conferindo funcionalidades adicionais que os revestimentos convencionais não possuem (5).

Os óleos essenciais (OEs) são misturas voláteis de metabólitos secundários extraídos a partir de plantas aromáticas, que possuem propriedades como efeitos antimicrobianos, antioxidantes, anti-inflamatórios e antivirais. Além disso, representam uma alternativa biodegradável em comparação aos produtos químicos sintéticos, ganhando destaque devido a crescente preocupação com os impactos ambientais e a saúde (6). Os OEs são eficientes no controle de doenças pós-colheita em frutas, especialmente contra fungos como *Colletotrichum*, *Penicillium* spp. e *Botrytis cinérea*; suas características permitem diversas formas de aplicação, incluindo imersão, pulverização, fumigação ou volatização. A combinação de OEs em revestimentos comestíveis pode estender a vida útil das frutas e reduzir a deterioração, sendo uma alternativa sustentável aos fungicidas sintéticos (7).

Desta forma, este artigo tem como objetivo elaborar uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de revestimentos comestíveis incorporados com óleos essenciais na conservação pós-colheita da manga. A questão que norteou o presente trabalho foi: De que forma os revestimentos com óleos essenciais impactam a qualidade e a conservação pós-colheita da manga?

## MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se uma revisão sistemática da literatura através da análise de artigos referentes a revestimentos comestíveis incorporados com óleos essenciais na conservação pós-colheita da manga. As bases de dados utilizadas para o levantamento dos artigos foram a ScienceDirect, Scopus e Google Acadêmico. A busca foi realizada no mês de abril de 2025, com uso da combinação dos descritores e suas respectivas combinações em português e inglês: “revestimento comestível” (*edible coating*), “óleos essenciais” (*essential oils*), “pós-colheita” (*postharvest*), “manga” (*mango*), “*Mangifera indica”.*

Os trabalhos foram inicialmente pré-selecionados mediante presença dos descritores no título e nas palavras-chave. Em seguida, a metodologia dos estudos selecionados foi analisada, com o objetivo de identificar aqueles que atendessem aos seguintes critérios de inclusão, previamente estabelecidos: estudos experimentais de revestimentos comestíveis contendo óleos essenciais em sua formulação com aplicação em mangas, que avaliassem os parâmetros de conservação pós-colheita, e fossem publicados no formato de artigo completo no período de 2015 a 2025. Estudos foram excluídos mediante repetição entre as diferentes bases de busca; que não foram divulgados em formato de artigo; resumos ou revisões de literatura.

A análise dos estudos selecionados foi elaborada por meio da sumarização das informações, contendo os seguintes itens: autor e ano de publicação, título do estudo, metodologia utilizada e resultados observados. A Figura 1 apresenta o fluxograma das etapas de busca dos estudos para a elaboração da revisão da literatura.

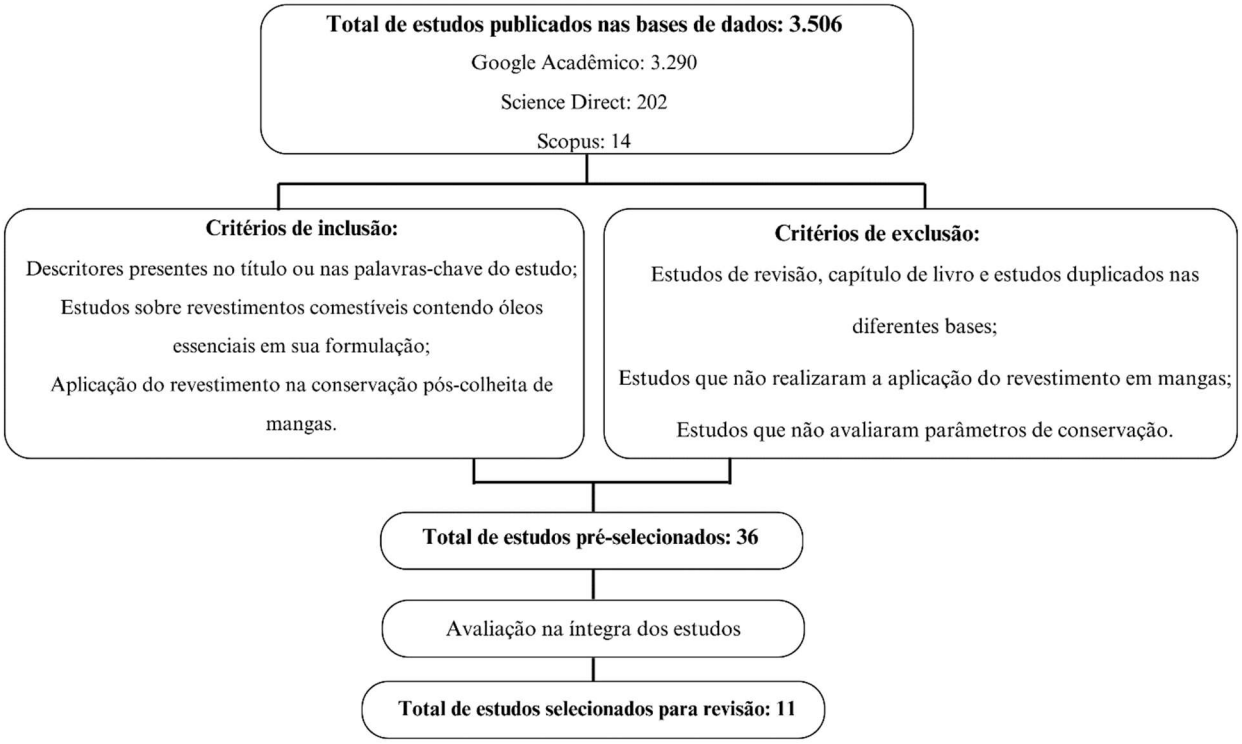



Figura 1 – Fluxograma das etapas do processo de seleção dos estudos incluídos na revisão sistemática.

Fonte: Autores, 20

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Inicialmente, 3.506 estudos formam identificados nas bases de dados através da combinação dos descritores. Após a aplicação dos critérios de seleção, 11 foram escolhidos para a pesquisa. Desses 11 estudos, a maioria (90,9%) estava publicada na língua inglesa, enquanto 9,1% (1 artigo) estava publicado na língua portuguesa. Com a leitura completa dos artigos incluídos, foi realizada a sua categorização para a discussão e construção da revisão (Tabela 1).

Tabela 1 – Sumarização dos estudos incluídos na revisão

| Nº<br>Autor/Ano | Título | Metodologia | Resultados |
|---|---|---|---|
| 1<br>Klangmuang e Sothornvit (8) | *Effect of Thai herb essential oils incorporated in hydroxypropyl methylcellulose-based nanocomposite coatings on quality of fresh mango stored at ambient temperature.* | Mangas foram imersas por 2 min. em:<br>1. HPMC (hydroxypropyl methylcellulose-based);<br>2. HPMC + OE de gengibre (HPMC+G);<br>3. HPMC + OE de plai (HPMC+P);<br>4. HPMC + OE de fingerroot (HPMC+F);<br>5. Água;<br>6. Controle (não revestida).<br><br>Depois de secas, as mangas foram armazenadas a 30 °C e 55% de umidade relativa até o amadurecimento. A avaliação da qualidade foi feita através da perda de massa, firmeza, sólidos solúveis (SST), pH, cor, crescimento de patógenos e análise sensorial. | Os revestimentos à base de HPMC com OEs inibiram o crescimento de *Colletotrichum gloeosporioides* em comparação com as mangas não revestidas e as imersas em água. A vida útil das mangas revestidas foi estendida para 15 dias a 30 °C, em comparação com 9 dias para as amostras não revestidas. A adição dos OEs melhorou significativamente a atividade antifúngica dos revestimentos. A aplicação do revestimento atrasou a perda de acidez, de massa e a acumulação de SST. O uso de OE não afetou a cor, textura e aceitação geral das frutas, |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | com exceção do revestimento HPMC +F. |
| 2<br>Lieu *et al.*<br>(9) | *The efficacy of combined application of edible*<br>*Coatings and essential oil in mango preservation* | Mangas foram revestidas em:<br>1. (amostra E): pulverização com OE em diferentes concentrações;<br>2. (amostra C): 1% quitosana (Q);<br>3. (amostra A): 1% alginado de Ca (ACA);<br>4. (amostra CE): 1% Q + OE;<br>5. (amostra AE): 1% ACA + OE;<br>6. Controle (sem tratamento).<br><br>Todas as amostras foram pulverizadas com esporos de *Aspergillus niger,* incluindo a amostra sem revestimento, utilizada como controle. Depois de secas, as mangas foram armazenadas em temperatura ambiente durante 14 dias, para avaliação de danos presente nas amostras. | A combinação do revestimento com OE melhorou significativamente a preservação das mangas. A combinação de OE de capim-limão e ACA mostrou os melhores resultados, com frutos não apodrecidos após 14 dias. Amostras controle (não tratadas) apodreceram completamente após 10 dias de armazenamento. Concentrações mais baixas de OE de capim-limão, quando combinadas com o revestimento, mostraram-se ser mais eficazes do que concentrações elevadas. |
| 3<br>Oliveira *et al*.<br>(10) | *Synergistic mixtures of chitosan and Mentha piperita L. essential oil to inhibit Colletotrichum species and anthracnose development in mango cultivar Tommy Atkins* | Mangas perfuradas e inoculadas com suspensão de *Colletotrichum* spp. foram imersas por 5 min. em:<br>1. Quitosana (Q) (5 mg/mL) + OE de *Mentha piperita L. (MPEO)* (0,6 µL/mL);<br>2. Q (5 mg/mL) + MPEO (1,25 µL/mL);<br>3. Q (7,5 mg/mL) + MPEO (0,6 µL/mL);<br>4. Q (7,5 mg/mL) + MPEO (1,25 µL/mL);<br>5. Água + glicerol;<br>6. Tiophanato-metil;<br>7. Difenoconazol. | Os revestimentos incorporados com OE de MPEO diminuíram significativamente a gravidade da lesão de antracnose em mangas. Além disso, os efeitos desses revestimentos foram similares ou até superiores aos induzidos por fungicidas sintéticos testados. Em alguns casos, as mangas revestidas com a mistura de Q e MPEO apresentaram menor severidade de lesão de antracnose do que as mangas tratadas com fungicidas sintéticos até o 15º dia de armazenamento. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Depois de secas, as mangas foram armazenadas em bandejas a 25 ºC e 70% de umidade relativa por 10 dias, para avaliação da antracnose nas amostras. | |
| 4<br>Santos *et al*.<br>(11) | Recobrimento comestível a base de palma e óleo essencial de alecrim na qualidade pós-colheita de mangas '*tommy atkins*' | Mangas foram imersas em:<br>1. Mucilagem (MC) + 0,15% de OE de alecrim (OEA) + 1% de glicerina (G);<br>2. MC + 0,25% OEA + 1% G;<br>3. MC + 0,35% OEA + 1% G;<br>4. MC + 0,5% OEA + 1% G;<br>5. Controle (não revestida).<br><br>Depois de secas, as mangas foram acondicionadas em bandejas e mantidas em temperatura ambiente por 15 dias, para avaliação da coloração da casca e polpa, perda de massa, SST, acidez titulável (AT) e pH. | Observou-se no estudo a diminuição da acidez titulável e aumento dos teores de sólidos solúveis totais (SST) e pH ao longo do período de avaliação. Além disso, o revestimento auxiliou na redução da perda de massa fresca em comparação com o grupo controle. O revestimento contendo 0,5% de OEA + 1% G obteve uma menor incidência de manchas e podridões, as quais não ultrapassaram 45% dos frutos. A coloração do fruto e da polpa evoluiu de forma similar entre os tratamentos. |
| 5<br>Almeida *et al*.<br>(12) | *Maintenance of postharvest quality of 'Palmer' mango coated with biodegradable coatings based on cassava starch and emulsion of lemongrass essential oil* | Mangas foram imersas por 30 min. em:<br>1. Solução de amido de mandioca (AM) + 0,1% OE de capim-limão (OECL);<br>2. AM + 0,3% OECL;<br>3. AM + 0,6% OECL;<br>4. AM + 0,9% OECL;<br>5. Controle (não revestida).<br><br>Depois de secas, as mangas foram armazenadas em ambiente refrigerado à 12 ºC por 15 dias, para avaliação da perda de massa, firmeza da polpa e casca, cor, SST, pH, índice de doenças e vitamina C. | A aplicação dos tratamentos, especialmente com 0,9% de OECL, resultou em um atraso no amadurecimento dos frutos. Ademais, houve uma redução de 7,25% na perda de massa, em comparação com 19,8% nos frutos não revestidos. No mesmo tratamento, ocorreu um aumento de 29,23% no SST, contra 48,66% para o fruto não revestido. Efeitos positivos foram observados em relação a cor da fruta e a ausência de antracnose através<br>do revestimento com 0,9% de OECL. |
| 6<br>Nguyen *et al*.<br>(13) | *Effect of edible coating and perforated packaging on the quality and storability of mango (cv. Cat Chu) at suboptimal storage* | Mangas foram imersas em:<br>1. 0,5% Quitosana (Q) + 0,025% OE de capim-limão;<br>2. Cera de Carnaúba (CAR); | Os revestimentos que utilizaram Q combinada com LDPE e CAR combinada com LDPE apresentaram melhor eficiência na perda de massa, |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | *temperature* | 3. Polietileno de Baixa Densidade (LDPE) com 10 perfurações;<br>4. Q + LDPE perfurado;<br>5. CAR + LDPE perfurado;<br>6. LDPE com 4 perfurações (controle);<br><br>Depois de secas, as mangas foram armazenadas em refrigeração à 8 ºC e 80-90% de umidade relativa durante 35 dias, para avaliação da perda de massa, cor e firmeza da fruta, taxa de respiração, SST, AT, açúcar total e índice de doenças. | assim como na firmeza do fruto. Quanto a cor, houve uma leve diferença entre os tratamentos. Os revestimentos e as embalagens perfuradas ajudaram a reduzir a taxa respiratória, retardando o processo de amadurecimento. Os SST e o açúcar total aumentaram com o amadurecimento, enquanto a AT e o ácido ascórbico diminuíram. Além disso, o índice de doenças foi significativamente menor nos frutos tratados com revestimentos e embalagem perfurada. A vida de prateleira foi estendida de 21 dias (controle) para 35 dias com os tratamentos combinados. |
| 7<br>Deshi *et al*.<br>(14) | *Cinnamon essential oil incorporated chitosan submicron emulsion as a sustainable alternative for extension of mango shelf life* | Mangas foram imersas em:<br>1. 0,5% Quitosana (Q);<br>2. Q:Óleo Essencial de Canela (OEC) de 1:0;<br>3. Q:OEC de 1:0,25;<br>4. Q:OEC de 1:0,5;<br>5. Q:OEC de 1:0,75;<br>6. Q:OEC de 1:1;<br>7. Controle (sem tratamento)<br><br>Depois de secas, as mangas foram armazenadas em temperatura ambiente (25 ºC) e 65% de umidade relativa até o aparecimento de sintomas de deterioração. O estudo buscou avaliar a perda de massa, firmeza, gravidade específica, SST, AT, ácido ascórbico e *shelf life*. | Os revestimentos foram eficazes em retardar o processo de amadurecimento e senescência, comprovado pela manutenção da firmeza, menor perda de massa e alterações mais lentas nos parâmetros bioquímicos (SST, AT, ácido ascórbico). O tratamento com a proporção de 1:1 demonstrou o melhor desempenho entre todos os tratamentos testados, evidenciando que a maior concentração de OEC foi mais eficaz na preservação da manga. O tratamento (Q:OEC 1:1) estendeu a vida útil das mangas por 15 dias em comparação com 6 dias para as frutas controle. |
| 8<br>Klangmuang e Sothornvit<br>(15) | *Active coating from hydroxypropyl methylcellulose-based nanocomposite incorporated with Thai essential oils on mango (cv. Namdokmai Sithong)* | Mangas foram imersas por 2 min. em:<br>1. HPMC;<br>2. HPMC + OE de gengibre;<br>3. HPMC + OE de plai; | Todos os recobrimentos à base de HPMC, incluindo aqueles com óleos essenciais, reduziram significativamente a perda de massa |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | 4. HPMC + OE de cúrcuma zedoária;<br>5. Imersão em água;<br>6. Controle (sem recobrimento).<br><br>Depois de secas, as mangas foram armazenadas a 13 ºC e 70% de umidade relativa, para avaliação da perda de massa, firmeza, cor, SST, incidência de doenças, aceitabilidade geral e *shelf life.* | das mangas em comparação com o controle e as frutas imersas em água. Os tratamentos 1, 2 e 3 foram eficazes na manutenção da firmeza das mangas. Quanto a cor, o HPMC combinação com OE de gengibre e plai foram mais eficientes em reduzir as mudanças na cor da casca. Os tratamentos que utilizaram OEs foram altamente eficazes na inibição de doenças como a antracnose. Ao mesmo tempo, tiveram uma maior aceitabilidade e duração no tempo de prateleira, alcançando 18 dias em comparação com 9 dias para as mangas controle. |
| 9<br>Silva *et al*.<br>(16) | *Efficiency of a coating based on cassava starch and encapsulated essential*<br>*oil in postharvest storage of 'Palmer' mango* | Mangas foram imersas por 20 min. em:<br>1. Amido de milho (AM) + 0,30% de OE de *Salvia sclarea L*. (OES);<br>2. AM + 0,60% OES;<br>3. AM + 0,90% OES;<br>4. Controle negativo (AM + óleo de canola);<br>5. Controle positivo (sem revestimento).<br><br>Depois de secas, as mangas foram armazenadas a 13 ºC e 85% de umidade relativa durante 21 dias, para avaliação da perda de massa, firmeza, cor, SST, pH, e AT e *shelf life*. | O tratamento com 0,3% de óleo essencial apresentou os melhores resultados para firmeza, mantendo-a por até 14 dias de armazenamento. O tratamento de AM com 0,3% e 0,6% de OES contribuiu para uma maior estabilidade na perda de massa. Os revestimentos com OE encapsulado, em especial a 0,3%, prolongaram a vida útil das mangas. |
| 10<br>Sanchez-Tamayo, Plaza-Dorado e Ochoa-Martínez<br>(17) | *Influence of composite edible coating of pectin, glycerol,*<br>*And oregano essential oil on postharvest deterioration of*<br>*Mango fruit* | Mangas foram imersas por 1 min. em misturas contendo:<br>1. (3,0% - 4,5%) pectina (P);<br>2. (0,25% - 0,75%) glicerol (G);<br>3. (0% - 1,75%) OE de orégano (OEO);<br>4. Controle (sem tratamento). | Através de análises estatísticas dos resultados obtidos no experimento, a composição ideal do revestimento foi determinada como 3,91% de P, 0,57% de G e 0,52% de OEO. O revestimento otimizado demonstrou uma redução significativa na taxa de respiração das |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | 5. Depois de secas, as mangas foram armazenadas a 14 ºC e 85% de umidade relativa durante 12 dias, para avaliação da taxa de respiração, firmeza, SST, AT, perda de massa e índice de doenças. | mangas, manutenção da firmeza dos frutos. Além disso, o revestimento contribuiu com a preservação dos níveis de SST e AT em comparação as amostras não revestidas. |
| 11 Nyangena, Wangila e Cherutoi (18) | *Effect of manihot esculenta edible coating blended with african basil (Ocimum gratissimum) essential oil on the shelf-life of mango fruits* | Mangas foram imersas por 30 min. em:<br>1. Amido de mandioca (AM);<br>2. AM + 1,5% de OE de manjericão africano (OEMA);<br>3. Controle (água).<br><br>Depois de secas, as mangas foram armazenadas tanto em temperatura ambiente (23 ºC) quanto em baixa temperatura (4 ºC) durante 18 dias, para avaliação da perda de massa, firmeza, SST, AT, pH, cor e índice de doenças. | Entre os tratamentos, as mangas revestidas com AM+OEMA tiveram a menor perda de massa em ambas as temperaturas. A firmeza diminuiu em todos os tratamentos ao longo do tempo de armazenamento, mas a taxa de declínio foi menor nas frutas revestidas. Além disso, o aumento nos SST e no pH foi mais lento nas mangas tratadas com CS+EO. O revestimento combinado com OE foi eficaz no controle de doenças (antracnose) em comparação com as frutas controle. |

Fonte: Autores (2025).

A perda de massa é um fator crucial na qualidade e na vida útil dos frutos, sendo inicialmente causada pela eliminação de água durante os processos de respiração e transpiração (19). Além das perdas quantitativas, os alimentos também podem sofrer perdas qualitativas. Isso envolve uma diminuição no conteúdo nutritivo, na comestibilidade, na segurança e no valor econômico geral do produto, mesmo que a massa física permaneça a mesma (20). Nos estudos selecionados, a aplicação dos revestimentos influenciou, em sua maioria, na redução da perda de massa das mangas. Por outro lado, ao combinar o uso dos revestimentos com OE, alguns estudos obtiveram resultados ainda mais significativos (8,11,12,14–18), principalmente no que diz respeito aos revestimentos com OEs que reduziram mais significativamente a perda de massa em comparação aos revestimentos sem OE. Esse efeito foi atribuído à ação sinérgica, em que os óleos essenciais, incorporados ao revestimento, funcionam como uma barreira física adicional e, ao mesmo tempo, conferem propriedades antimicrobianas e antioxidante.

Nas mangas, a firmeza diminuiu à medida que a atividade pectolítica aumenta. Este é um processo comum no amadurecimento de frutas, onde enzimas como a pectinametilesterase e a poligalacturonase degradam as pectinas na parede celular, resultando no amolecimento (21). A firmeza da polpa dos frutos é diretamente afetada pela modificação da atmosfera interna, uma alteração induzida pela aplicação de revestimentos em sua superfície, conforme observado em diferentes estudos. Por exemplo, revestimentos à base de amido de mandioca associados ao óleo essencial de *Salvia sclarea* L. Silva *et al*. (16), e ao OE de manjericão africano (*Ocimum gratissimum*) Nyangena, Wangila e Cheruti (18), diminuíram de maneira significativa a taxa de amolecimento em relação ao controle. Resultados semelhantes foram relatados por Deshi *et al*. (14), que utilizaram emulsão

submicrométrica de quitosana com óleo essencial de canela. Em contrapartida, nos estudos com revestimentos sem a adição de óleos essenciais, embora também tenha ocorrido uma redução no amolecimento em relação às frutas não tratadas, o efeito foi menos pronunciado. Assim, observa-se que a incorporação de OEs potencializa o efeito dos revestimentos na manutenção da firmeza, quando comparados aos revestimentos sem

Em alguns estudos observou-se que a aplicação dos revestimentos comestíveis, especialmente aqueles formulados com a adição de óleos essenciais, como o de *Ocimum gratissimum* ou *Salvia sclarea* L., retardou o aumento dos sólidos solúveis totais (SST) em comparação com os grupos controle (16,18). Essa redução no acúmulo de SST nos frutos revestidos está relacionada ao efeito da barreira promovida pelo revestimento, que limita a troca gasosa, reduz a taxa respiratória e a atividade metabólica. Como consequência, o processo de amadurecimento é retardado e a perda de umidade é minimizada (22,23). Estudos de Pirozzi *et al*. (24) demonstraram que revestimentos comestíveis com OE de orégano não alteraram significativamente os SST de tomates durante o armazenamento, garantindo os atributos de qualidade e reduzindo o crescimento microbiano, estendendo assim a vida útil do produto.

Alguns estudos testaram a eficácia do revestimento incorporado com óleo essencial no controle de patógenos que atingem as mangas. Oliveira *et al*. (10) demonstraram que revestimentos contendo OE de *Mentha piperita L*. (MPEO) reduziram significativamente a gravidade da antracnose causada por *Colletotrichum*, com efeito semelhante ou superior ao de fungicidas sintéticos. Essa ação antifúngica está associada principalmente ao mentol e à isomentona, compostos capazes de desorganizar a membrana celular fúngica e comprometer seu metabolismo. Outros monoterpenos presentes em menor quantidade também atuam de forma sinérgica. Além disso, a presença da quitosana potencializou o efeito, pois suas cargas catiônicas interagem com a membrana microbiana, aumentando a permeabilidade e favorecendo a ação dos compostos do óleo essencial (10).

Klangmuang e Sothornvit (15), Deshi *et al*. (14) e Nguyen *et al*. (13) conseguiram prolongar o tempo de prateleira em 9, 9 e 14 dias, respectivamente, em comparação com as amostras sem tratamento. Esse efeito foi atribuído à redução da perda de água, ao atraso no pico respiratório, à manutenção da firmeza e da qualidade físico-química (manutenção dos sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável), bem como à inibição de doenças pós-colheita, promovidos pelos revestimentos comestíveis. Logo, esses resultados reforçam o potencial dos revestimentos comestíveis incorporados com óleos essenciais como ferramenta eficaz para otimizar o manejo pós-colheita, mantendo a qualidade e estendendo a disponibilidade de mangas no mercado.

## CONCLUSÕES

A partir das pesquisas analisadas nesta revisão, observou-se que a aplicação de revestimentos comestíveis incorporados com óleos essenciais, demonstra uma maior eficácia na conservação pós-colheita de mangas. Tal eficiência é refletida nos dados obtidos das análises físico-químicas e microbiológicas presentes nos estudos, destacando-se como uma alternativa promissora na conservação de frutas.

A utilização tanto de revestimentos comestíveis quanto dos óleos essenciais, representa uma alternativa eficaz e mais sustentável aos fungicidas sintéticos, promovendo a conservação pós-colheita dos frutos de forma segura e ambientalmente consciente. Preservar as características de qualidade de um produto por mais tempo e, consequentemente, prolongar sua vida de prateleira é fundamental para reduzir perdas, garantir a segurança alimentar, otimizar a distribuição e comercialização, e oferecer um produto de maior valor agregado ao consumidor.

Ademais, mediante análise dos estudos selecionados, torna-se evidente a necessidade de investigações adicionais sobre outras formas de incorporação dos

revestimentos no fruto, uso de outros tipos de óleos essenciais e revestimentos, bem como, abranger um maior número de análises físico-químicas, microbiológicas e sensorias, buscando melhor conhecer sua eficiência.

## REFERÊNCIAS


1. Vidal M de F. Agropecuária: Fruticultura. outubro de 2023 (citado 27 de julho de 2025); Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/s1dspp01.dmz.bnb:8443/s482-dspace/handle/123456789/1880

2. Do Q, Ramudhin A, Colicchia C, Creazza A, Li D. A systematic review of research on food loss and waste prevention and management for the circular economy. International Journal of Production Economics. 1º de setembro de 2021;239:108209.

3. Tharanathan R n., Yashoda H m., Prabha T n. Mango (Mangifera indica L.), "The King of Fruits"—An Overview. Food Reviews International. julho de 2006;22(2):95–123.

4. K.s. J, Jose J, Li T, Thomas M, Shankregowda AM, Sreekumaran S, et al. Application of novel zinc oxide reinforced xanthan gum hybrid system for edible coatings. International Journal of Biological Macromolecules. 15 de maio de 2020;151:806–13.

5. Barboza HTG, Soares AG, Ferreira JCS, Freitas Silva O. Edible films and coatings: concept, application, and use in post-harvested fruits and vegetables. RSD. 3 de julho de 2022;11(9):e9911931418.

6. Raghuvanshi TS, Singh PP, Kohar N, Prakash B. Essential Oils: From Traditional to Modern-Day Applications with Special Reference to Medicinal and Aromatic Plants in India. Em: Prakash B, Dubey NK, Freitas Brilhante de São José J, organizadores. Plant Essential Oils: From Traditional to Modern-day Application (Internet). Singapore: Springer Nature; 2024 (citado 28 de julho de 2025). p. 1–26. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-99-4370-8_1

7. A PK, B AK. A Review on Sustainable Alternatives of Post Harvest Treatments in Fruits. International Journal of Environment and Climate Change. 14 de setembro de 2023;13(10):3244–52.

8. Klangmuang P, Sothornvit R. Effect of Thai herb essential oils incorporated in hydroxypropyl methylcellulose-based nanocomposite coatings on quality of fresh mango stored at ambient temperature. Agriculture and Natural Resources. 30 de abril de 2022;56(2):331–42.

9. Lieu MD, Ngo NNH, Lieu TL, Nguyen KT, Dang TKT. The efficacy of combined application of edible coatings and essential oil in mango preservation. Vietnam Journal of Science and Technology. 6 de agosto de 2018;56(4):458–67.

10. de Oliveira KÁR, Berger LRR, de Araújo SA, Câmara MPS, de Souza EL. Synergistic mixtures of chitosan and *Mentha piperita* L. essential oil to inhibit *Colletotrichum* species and anthracnose development in mango cultivar Tommy Atkins. Food Microbiology. 1º de setembro de 2017;66:96–103.

11. Santos BC, Silva LE da, Zanuto ME, Souza CCE de, Anjos DA dos. RECOBRIMENTO COMESTÍVEL A BASE DE PALMA E ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE MANGAS 'TOMMY ATKINS'. Revista Brasileira de Agrotecnologia. 23 de maio de 2021;11(2):901–9.

12. Almeida MF, Silva GL, Gondim GD, Alves CEF, Silva MC, de Andrade Braga Mendes B, et al. Maintenance of postharvest quality of 'Palmer' mango coated with biodegradable coatings based on cassava starch and emulsion of lemongrass essential oil. International Journal of Biological Macromolecules. 1º de outubro de 2024;277:134323.

13. Nguyen TT, Karmakar B, Rathod KH, Mitra S. Effect of edible coating and perforated packaging on the quality and storability of mango (cv. Cat Chu) at suboptimal storage temperature. Journal of Applied Horticulture. 2023;25(1):79–86.

14. Deshi VV, Awati MG, Terdal D, Patil SN, Ghandhe AR, Gudigennavar AS, et al. Cinnamon essential oil incorporated chitosan submicron emulsion as a sustainable alternative for extension of mango shelf life. Sustainable Chemistry and Pharmacy. 1º de outubro de 2024;41:101736.

15. Klangmuang P, Sothornvit R. Active coating from hydroxypropyl methylcellulose-based nanocomposite incorporated with Thai essential oils on mango (cv. *Namdokmai Sithong*). Food Bioscience. 1º de junho de 2018;23:9–15.

16. Silva GL, Almeida MF, Rocha JA, dos Anjos DA, Mendes BB, Gondim GD, et al. Efficiency of a coating based on cassava starch and encapsulated essential oil in postharvest storage of "Palmer" mango. Scientia Horticulturae. 1º de agosto de 2024;334:113288.

17. Sanchez-Tamayo M, Plaza-Dorado JL, Ochoa-Martínez C. Influence of Composite Edible Coating of Pectin, Glycerol, and Oregano Essential Oil on Postharvest Deterioration of Mango Fruit. Food Science & Nutrition. 2024;12(12):10646–54.

18. Nyangena DM, Wangila PT, Cherutoi JK. Effect of Manihot esculenta Edible Coating Blended with African Basil (Ocimum gratissimum) Essential Oil on the Shelf-Life of Mango Fruits. Asian Journal of Applied Chemistry Research. 8 de outubro de 2021;17–30.

19. Pobiega K, Przybył JL, Żubernik J, Gniewosz M. Prolonging the Shelf Life of Cherry Tomatoes by Pullulan Coating with Ethanol Extract of Propolis During Refrigerated Storage. Food Bioprocess Technol. 1º de agosto de 2020;13(8):1447–61.

20. Bisht A, Singh SP. Postharvest Losses and Management of Horticultural Produce: A Review. Journal of Scientific Research and Reports. 21 de fevereiro de 2024;30(3):305–20.

21. Aina JO, Oladunjoye OO. Respiration, pectolytic activity and textural changes in ripening African mango (Irvingia gabonensis) fruits. Journal of the Science of Food and Agriculture. 1993;63(4):451–4.

22. Vieira JM, Flores-López ML, de Rodríguez DJ, Sousa MC, Vicente AA, Martins JT. Effect of chitosan–*Aloe vera* coating on postharvest quality of blueberry

(*Vaccinium corymbosum*) fruit. Postharvest Biology and Technology. 1º de junho de 2016;116:88–97.

23. Singh M, Saroj R, Kaur D. Optimized chitosan edible coating for guava and its characterization. Measurement: Food. 1º de junho de 2024;14:100145.

24. Pirozzi A, Del Grosso V, Ferrari G, Pataro G, Donsì F. Combination of Edible Coatings Containing Oregano Essential Oil Nanoemulsion and Pulsed Light Treatments for Improving the Shelf Life of Tomatoes. Chemical Engineering Transactions. 1º de julho de 2021;87:61–6.

# EIXO TEMÁTICO

# GASTRONOMIA

# O PAPEL CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DAS FICHAS TÉCNICAS NA GASTRONOMIA BRASILEIRA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

# THE SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL ROLE OF TECHNICAL DATA SHEETS IN BRAZILIAN GASTRONOMY: AN INTEGRATIVE REVIEW

**DOI: 10.65747/conali2025v2c21**

**Julia Fernanda Lopes de Sena[1]; Ágatha Emanuely Alves de Lima[2] ; Allan Cristiano Carias da Costa[3]; Julia Aiko Anselmo[4]; Erika de Arruda Nascimento[5]**

[1]Estudante do Curso de Gastronomia - DTR – UFRPE; E-mail: juliafl.sena@gmail.com

[2]Estudante do Curso de Gastronomia - DTR – UFRPE; E-mail: agathaealima@gmail.com

[3]Estudante do Curso de Gastronomia - DTR – UFRPE; E-mail: allacariascosta@hotmail.com

[4]Estudante do Curso de Gastronomia - DTR – UFRPE; E-mail: julia.aiko@ufrpe.br

[5]Docente/pesquisador do Departamento de Tecnologia Rural - DTR - UFRPE

**Resumo:** As fichas técnicas (FT) são instrumentos científicos e tecnológicos essenciais para a padronização da produção culinária, contribuindo para a qualidade, controle de custos e segurança alimentar em estabelecimentos de alimentos e bebidas. Este estudo, por meio de uma revisão integrativa, teve como objetivo analisar o papel das FT na gestão e valorização da gastronomia brasileira. A metodologia consistiu na busca e seleção de artigos em português, publicados entre 1990 e 2025, na base Google Scholar, aplicando critérios rigorosos de inclusão e exclusão. Dos 305 estudos encontrados, nove foram selecionados para análise detalhada. Os resultados evidenciam que as FT promovem a padronização dos processos, o controle preciso dos insumos, o cálculo do valor nutricional, a redução de desperdícios e a preservação dos pratos típicos, fortalecendo a identidade cultural regional. Além disso, a aplicação das FT contribui para o controle higiênico-sanitário, possibilita a melhor compreensão dos métodos de preparo e otimiza a experiência do consumidor. Conclui-se que as fichas técnicas são ferramentas estratégicas indispensáveis para o fortalecimento da gastronomia brasileira, unindo eficiência científica e tecnológica operacional e valorização cultural, e recomendam-se estudos futuros que ampliem sua aplicação em diferentes contextos regionais e institucionais.

**Palavras–chave:** ficha técnica; gastronomia; padronização; valorização cultural

**Abstract:** Technical data sheets are essential scientific and technological tools for standardizing culinary production, contributing to quality, cost control, food safety in food and beverage establishments. This study, through an integrative review, aimed to analyze the role of TS in the management and appreciation of Brazilian gastronomy. The methodology consisted of searching and selecting articles in Portuguese, published

between 1990 and 2025, in the Google Scholar database, applying rigorous inclusion and exclusion criteria. From 305 studies found, nine were selected for detailed analysis. The results demonstrate that technical data sheets promote process standardization, precise control of inputs, calculation of nutritional value, waste reduction and preservation of typical dishes, strengthening regional cultural identity. Moreover, the application of technical data sheets contributes to hygienic-sanitary control, enables a better understanding of preparation methods and optimizes the consumer experience. It is concluded that technical sheets are indispensable scientific and technological strategic tools for strengthening Brazilian gastronomy, combining operational efficiency and cultural appreciation, and future studies are recommended to expand their application in different regional and institutional contexts.

**Keywords:** cultural appreciation; standardization; technical sheets; brazilian gastronomy

## INTRODUÇÃO

As fichas técnicas (FT) representam um instrumento científico e tecnológico fundamental para a garantia de um padrão de qualidade e diminuição de custos de um estabelecimento ligado à produção alimentícia. Além desses atributos, colaboram para assegurar o detalhamento assertivo dos ingredientes empregados na preparação e de suas quantidades, bem como informações acerca do seu valor nutricional. Desta forma, a partir da adoção dessa ferramenta, é possível que a instituição alcance um nível mais elevado de profissionalização e consistência na produção. O processo de padronização contribui para a autonomia no desempenho de funções, além de promover maior segurança no ambiente de produção (1).

Ainda nesse campo, o conceito que envolve a aplicabilidade das fichas técnicas também abrange a perspectiva da segurança alimentar, uma vez que permite a maior precisão do controle dos processos de manipulação e estoque dos alimentos e produtos. Deste modo, acatar as normas sanitárias aplicadas para os insumos é um fator importante que influencia na credibilidade e na confiança dos estabelecimentos culinários (2). Diante disso, a adequação desses instrumentos auxilia na minimização das contaminações e seus riscos e na melhoria da experiência para os consumidores.

Na esfera da gastronomia, para que o dinamismo cultural, social e econômico possam ser abrangidos e amplificados, é essencial a criação de fichas técnicas, com o intuito de favorecer a objetividade dos ciclos de produção, distribuição e consumo, além de possibilitar que as informações necessárias sejam entendidas pela equipe e auxiliares (1).

Dentro do contexto supracitado, por sua precisão e eficiência, as fichas técnicas são bastante empregadas em diversas áreas dentro do contexto gastronômico, como por exemplo em hospitais, UAN (Unidade de Alimentação e Nutrição) e instituições de ensino que fornecem alimentação, otimizando os processos operacionais. Por meio disso, é possível certificar de maneira científica e tecnológica a sistemática quantitativa das matérias-primas e a pontualidade das apresentações dos pratos, possibilitando a reprodução fiel das receitas e maximizar a experiência do consumidor.

A gastronomia brasileira é um reflexo da diversidade cultural do país, caracterizando-se pela fusão de influências indígenas, africanas e europeias. Esse

cenário multifacetado exige um controle rigoroso sobre os processos produtivos na culinária, destacando-se a importância das fichas técnicas como ferramentas científicas e tecnológicas essenciais para a padronização e gestão de insumos. Para o desenvolvimento de preparações gastronômicas representativas de uma tradição culinária específica, a formulação destas fichas pode facilitar na execução e na valorização das preparações.

Considerando-se o processo de preparação, este é realizado em diversas etapas, desde a colheita ou compra até a conservação adequada, e tal fase é crucial para as produções gastronômicas, pois permite ao indivíduo a compreensão de novos aromas, conhecer os alimentos e ingredientes, além de fortalecer a relação afetiva com a comida (3). Ademais, também contribui para o desenvolvimento de habilidades culinárias, prática incentivada pelas diretrizes do Ministério da Saúde, promovendo a alimentação saudável.

Diante disso, o objetivo da presente revisão integrativa é analisar o papel que as fichas técnicas exercem como um instrumento científico e tecnológico essencial para a administração e gestão de um estabelecimento de alimentos e bebidas, como fonte de padronização dos processos de produção. Nesse contexto, cabe ressaltar a importância das FT na valorização da gastronomia local como expressão cultural e singular, revelando-se fundamental na compreensão, registro e sistematização das dinâmicas sociais, históricas e econômicas que moldam hábitos alimentares e constroem a identidade social de um povo.

## MATERIAL E MÉTODOS

*Estratégia de busca*

A metodologia utilizada para a pesquisa e construção desta revisão foi baseada na importância das fichas técnicas para a gastronomia e sua contribuição para a padronização e valorização da gastronomia brasileira, no contexto do seu panorama atual.

A pesquisa contemplou exclusivamente artigos científicos elaborados em portugês e indexados na base de dados: Google Scholar (Google Acadêmico - https://scholar.google.pt/?hl=pt-BR). Ademais, foram pesquisadas nas bases LILACS e Periódico CAPES, porém não foi encontrado nenhum documento que pudesse agregar ao trabalho. O período de busca estabelecido foi de janeiro de 1990 a dezembro de 2025.

Com o intuito de aprimorar os métodos e eficácia do processo de busca, as palavras-chaves adotadas para essa pesquisa foram selecionadas de acordo com o tema central como forma de identificar a maioria das publicações sobre o papel das fichas técnicas na gastronomia brasileira.

Dessa forma, foram aplicadas as seguintes palavras-chaves durante a pesquisa: ficha técnica AND culinária AND valorização AND importância AND padronização AND planejamento AND gastronomia AND brasil AND desafios AND tendências.

*Seleção de dados*

Os artigos selecionados na base de dados mencionada foram revisados de maneira independente por três revisores. O processo de revisão foi dividido em duas etapas. A princípio, os títulos e os resumos de cada artigo científico selecionado foram analisados conforme os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos previamente (Tabela 1).

Após isso, os textos escolhidos previamente foram lidos detalhadamente e, os que não atendiam aos critérios estabelecidos, foram eliminados da revisão. Outrossim, a listagem de referências dos artigos selecionados foi examinada para identificar estudos que contribuíram para o desenvolvimento do presente trabalho.

Tabela 1. Critérios de inclusão e exclusão

| **Parâmetros** | **Inclusão** | **Exclusão** |
|---|---|---|
| Tipo de publicação | Artigos originais | Capítulos de livros, resumos de conferências, resenhas, cartas |
| Ano de publicação | Artigos publicados nos últimos 35 anos | Artigos publicados a mais de 35 anos |
| Linguagem | Português (Brasil) | Outros idiomas |
| Tipo de estudo | Estudos sobre fichas técnicas e sua importância para a gastronomia brasileira no processo de valorização. | Estudos sobre gastronomia de outros países. |

Fonte: Autora (2025)

*Extração de dados*

Os autores realizaram uma análise criteriosa das informações provenientes dos artigos científicos selecionados. No decorrer do processo de avaliação e leitura do material, fundamentado no tipo de estudo e suas principais conclusões, foi possível aprofundar a compreensão dos dados obtidos.

Para o desenvolvimento da revisão, inicialmente foram identificados 305 artigos durante o processo de seleção de estudos, a partir de pesquisas realizadas em bases

de dados previamente definidas. Esse número demonstrou-se expressivo, evidenciando a relevância e o interesse acadêmico acerca do tema abordado. Logo, evidencia-se a necessidade de uma triagem criteriosa, com o intuito de garantir qualidade e consistência.

Na primeira etapa da análise, implementou-se o critério de exclusão previamente estabelecido, o que ocasionou a eliminação de grande parte dos trabalhos, restando apenas cinco artigos considerados adequados para a composição da base inicial da revisão.

Dando sequência, procedeu-se à segunda etapa, que consistiu na análise detalhada dos estudos selecionados e na busca por referências complementares. Logo após a leitura e avaliação, constatou-se que todos os cinco artigos estavam enquadrados nos critérios de inclusão, sendo incorporados à revisão. Ademais, a partir da análise da lista de referências dos artigos selecionados, foi identificado mais sete estudos relevantes. Ao final do processo, instituiu-se 12 trabalhos para integrar a revisão final.

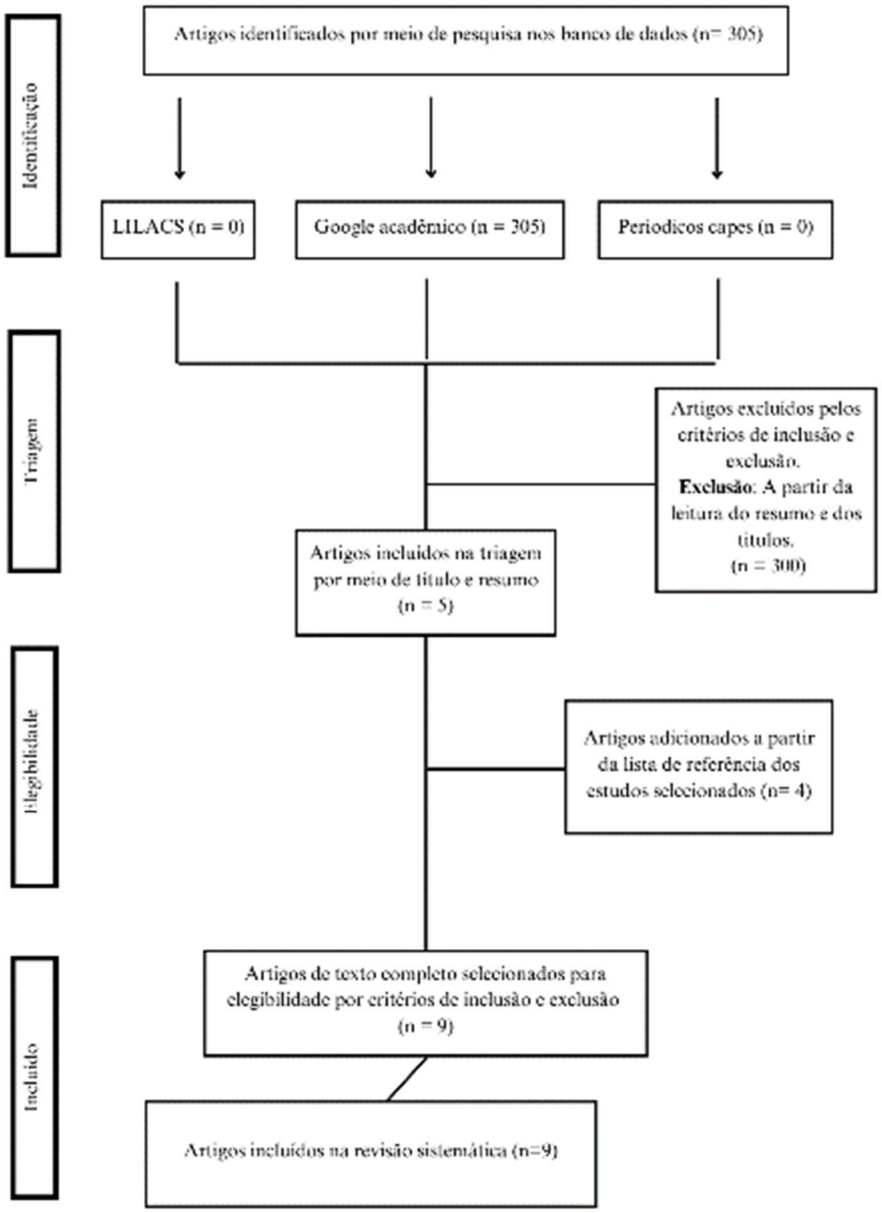



Figura 1: Organograma de levantamento de dados para a presente revisão.

Fonte: Autora (2025)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

*O que é a ficha técnica*

A ficha técnica (FT) ou ficha técnica de preparo (FTP) é um mecanismo utilizado para o levantamento de custos, ordenação do preparo e cálculo do valor nutricional, sendo útil para auxiliar no planejamento do cardápio. Além disso, a partir desse dispositivo, é possível coletar dados como fator de correção, per capita e fator de cocção, permitindo o controle financeiro e a determinação da composição nutricional (1).

Para o setor da gastronomia, a ficha técnica é utilizada como instrumento científico e tecnológico de detalhamento do preparado, servindo como aparato de controle operacional e deve conter informações fundamentais para a composição da receita, tais como: os ingredientes, quantidades, medidas, tempo e modo de preparo e temperatura necessária para a confecção da receita, além do rendimento e utensílios utilizados, bem como, o nome da receita e porção.

À luz da utilização das fichas técnicas de preparo, esta beneficia todas as partes envolvidas no setor alimentício, no processo produtivo, pois otimiza o trabalho dos profissionais de nutrição, contribui para o aperfeiçoamento dos colaboradores e, prioritariamente, ao viabilizar o controle do valor energético total e os nutrientes fornecidos, proporciona a melhoria da saúde dos comensais (1).

Com base nesses elementos, faz-se necessária a implementação desse instrumento para o dinamismo da operacionalização, essencial para a organização, padronização e controle dos processos em instituições do ramo alimentício e relacionados. A inserção permite a ampliação de estratégias de planejamento financeiro e da engenharia de cardápio, bem como, auxilia no entendimento das contribuições nutricionais da preparação. Nesse sentido, o fito de tal utilização é configurar uma prática benéfica ao aprimoramento do ambiente profissional, tornando mais eficiente o processo produtivo, promovendo a saúde alimentar dos comensais.

*Importância das fichas técnicas para a gastronomia*

O ato de se alimentar, acima de tudo, é fundamental para a existência humana, caracterizando uma necessidade fisiológica e de manutenção da vida. Em colaboração com essa afirmativa, a história da alimentação destaca que comer é uma manifestação política, pois, além de compor a formação nutricional básica do indivíduo, evidencia como a escolha e disponibilidade alimentar contribuem para as relações sociais, econômicas e culturais de uma determinada sociedade, considerando que, diante tanta desigualdade social, se alimentar tornou-se privilégio.

Sob a perspectiva da alimentação, pode-se compreendê-la como um ato político e uma maneira de intervir na esfera pública, por integrar os pilares que orientam as escolhas e hábitos de consumo, sejam eles individuais ou coletivos. Tais decisões possuem capacidade de provocar impactos ambientais, sociais e econômicos de significativa importância (4).

Dentro do contexto supracitado, ainda no âmbito social, a ficha técnica assume um papel científico relevante na afirmação histórica de um povo, uma vez que, na ausência de registros documentais, seria significativamente difícil identificar a origem geográfica e cultural de determinados pratos ou preparações. Tal fenômeno poderia resultar no empobrecimento da expressão e valorização desse grupo. Apagando aspectos fundamentais como a religiosidade, os valores, os contextos sociais e as famílias que se originaram a partir dessas tradições.

As fichas técnicas viabilizam a integração tanto técnica quanto de pratos típicos, bem como de tradições culinárias locais, contribuindo significativamente para a valorização cultural e preservação dos saberes gastronômicos que representam a identidade e memória histórica coletiva de um determinado povo.

Para isso, grupos migrantes globais da classe média emergente na Índia, Itália e Belize têm desempenhado um papel primordial para a recuperação e institucionalização de padrões alimentares considerados autênticos e representativos da identidade nacional. Na Itália, esse processo ocorre com as massas, permitindo múltiplas variações. Em Belize, com um conjunto de alimentos típicos e, na Índia, com a valorização de tradições locais. Portanto, esses métodos são impulsionados por migrantes e profissionais em ascensão, que escreveram livros de receitas, com a estratégia de preservação cultural e atenuar o sentimento de exílio (5).

A utilização das fichas técnicas revela-se importante para a organização e gerenciamento do estabelecimento, especialmente considerando que muitos empreendimentos ainda negligenciam essa prática. Esse instrumento é indispensável para controle e cálculo do cardápio, no qual estão discriminados os ingredientes utilizados na preparação, bem como os utensílios a serem utilizados. O documento descreve as etapas do processo de preparo, incluindo o tempo médio de cada fase do processamento. Afinal, o trabalho desse mecanismo é gerenciar gastos e otimizar o trabalho da equipe (1).

*Tendências e desafios para a valorização da gastronomia brasileira através da padronização das fichas técnicas*

Para abordar essa temática, observou-se uma escassez de estudos que tenham contribuído significativamente para o desenvolvimento desta pesquisa. Entre as análises disponíveis, destaca-se que, nas últimas décadas, o Brasil passou por profundas transformações econômicas, as quais intensificaram a competitividade no setor alimentício. Essas mudanças afetaram não apenas a qualidade dos produtos oferecidos, mas também a eficiência e a diversidade dos serviços prestados, exigindo que os empreendimentos do setor se adaptassem rapidamente às novas demandas do mercado (1). Consequentemente, tornou-se fundamental o desenvolvimento de estratégias que integrem aspectos operacionais, gerenciais e de inovação, de modo a fortalecer a sustentabilidade e a competitividade das empresas nesse contexto desafiador.

Nesse contexto de mercado competitivo supracitado, é fundamental estabelecer a padronização dos produtos e serviços no setor de A&B, visando uma maior otimização dos processos e gerenciamento do controle de qualidade, garantindo maior excelência na experiência dos comensais. A partir disso, é importante observar o cenário econômico atual, no qual muitos proprietários de restaurantes enfrentam desafios expressivos de gerenciamento e adaptações às constantes tendências e mudanças no panorama do mercado. Nos últimos anos constatou-se a relevância dos pequenos negócios no crescimento do PIB nacional daquele ano. Nesse segmento, as empresas comerciais corresponderam a 53,4% do PIB do setor (6).

É pertinente observar que a indústria alimentícia de pequeno e médio porte apresenta taxas expressivas de abertura, consolidando-se um setor promissor na economia brasileira. Por outro lado, isso não quer dizer que não há riscos de investimento em empresas de produção de alimentos. Algumas áreas desse segmento enfrentam problemas como a sazonalidade, o que exige preparo para o período de menor demanda. Além disso, vale ressaltar que os negócios também estão sujeitos a lidar com mudanças e alterações nas regras sanitárias vigentes (7).

Outrossim, um dos principais desafios enfrentados pelo empreendedor atual é a grande taxa de desperdícios de produtos, o que contribui significativamente para o aumento dos custos operacionais do estabelecimento. Essa conjuntura acontece, na maioria das vezes, pela carência de fichas técnicas, que contêm informações pontuais sobre os processos de preparação. A não utilização dessa ferramenta pode estar associada a essa grande taxa de desperdício, considerando que a sua aplicação possibilita o controle das quantidades dos insumos.

É imprescindível que haja um registro ativo de pratos emblemáticos de cada região, de forma que haja preservação dos traços culturais. Na visão antropológica, a alimentação é considerada como elemento básico e fundamental para a socialização dos indivíduos, ela proporciona essencialmente a manutenção e reprodução do sistema social. Essa perspectiva monitora a estabilização da sociedade, condicionando a um sistema singular conforme a cultura na qual se insere (8).

O modo de expressão alimentar muda entre as diversas regiões do país, para isso, as fichas técnicas surgem como um aparato para possibilitar as existências dessas diferentes formas de manifestações. É possível inferir que, se a comida for tratada como um código, as mensagens que ela codifica serão encontradas nos padrões de relações sociais que expressam. As mensagens tratam de diferentes graus de hierarquia, inclusão e exclusão, fronteiras e transações através dessas fronteiras (9).

A construção da gastronomia brasileira surge como forma de expressão cultural e social do indivíduo, desempenhando uma participação determinante para a elaboração da identidade nacional. Consequentemente, os estudos antropológicos voltados à gastronomia se vinculam à construção identitária de um grupo social. Porém esse processo é bastante complexo, visto que a sociedade está em contínua transformação. Com isso, surge a necessidade de estudos que compreendam a dinâmica evolutiva que as cozinhas passam ao longo dos anos (10).

A alimentação resume um povo ou etnia, mas não é permanente. Por isso, é fulcral analisar a conjuntura histórica atual na qual esse povo está inserido. Nesse sentido, o sistema alimentar é uma forma de registro da dinâmica de um determinado segmento populacional, como também de avaliar as interferências e contribuições de outros povos nesse sistema, desempenhando um papel crucial na transmissão e preservação da cultura. Além disso, conclui-se que “toda cultura, toda tradição e toda identidade é produto da história, dinâmico e instável, gerado por complexos fenômenos de troca, de cruzamento, de contaminação” (11).

Nesse contexto, as fichas técnicas atuam como instrumentos científicos e tecnológicos essenciais para formalizar os registros padronizados de práticas e fenômenos culturais associados à preservação da identidade alimentar de um povo. Esse aparato contribui para legitimação de preparos, pois permite que elementos tradicionais sejam mantidos, ganhando reconhecimento e auxiliando na criação, promulgação e implementação de políticas públicas.

## CONCLUSÕES

A presente revisão integrativa evidenciou que as fichas técnicas (FT) constituem instrumentos científicos e tecnológicos fundamentais para a padronização de processos

e o controle de qualidade em estabelecimentos de alimentos e bebidas. Sua utilização permite a organização operacional, o planejamento financeiro, o cálculo nutricional e a redução de desperdícios, além de garantir maior segurança alimentar em conformidade com normas higiênico-sanitárias. Esses aspectos demonstram que as FT extrapolam a função meramente administrativa, assumindo papel estratégico na gestão dos empreendimentos e na profissionalização do setor gastronômico.

Desse modo, as fichas técnicas, além de registrarem práticas culinárias tradicionais e preservarem a identidade cultural, configuram-se como instrumentos que articulam dimensões operacionais, econômicas e culturais, promovendo tanto a sustentabilidade dos negócios quanto a valorização do patrimônio gastronômico. Contudo, verificou-se uma lacuna significativa em sua adoção, sobretudo em pequenos e médios empreendimentos, o que compromete a padronização e a eficiência produtiva. Nesse cenário, reafirma-se sua relevância como estratégia para enfrentar desafios do setor, como sazonalidade dos insumos, exigências sanitárias e competitividade crescente.

Portanto, reforça-se a necessidade de incentivar sua implementação em diferentes contextos regionais e institucionais, promovendo práticas que aliem eficiência gerencial à valorização cultural. Ademais, destaca-se a importância do aprofundamento das pesquisas sobre o tema, uma vez que a literatura ainda se mostra escassa, limitando a compreensão plena das potencialidades das fichas técnicas. Assim, conclui-se que as FT devem ser amplamente reconhecidas como ferramentas estratégicas, capazes de articular ciência, tecnologia e cultura na gastronomia brasileira, assegurando excelência operacional, fortalecimento da credibilidade dos empreendimentos e preservação da pluralidade culinária nacional.

**AGRADECIMENTOS**

De início, expresso minha sincera gratidão à minha orientadora, cuja atenção e apoio constante foram primordiais ao longo da trajetória deste trabalho. Sua orientação contribuiu significativamente para o aprimoramento dos meus conhecimentos no campo da ciência. Além disso, sua disponibilidade e presença me motivaram a superar desafios e aprimorar minha capacidade de análise e pesquisa.

Estendo meus agradecimentos aos colegas que me acompanharam durante a elaboração deste trabalho. A colaboração, as discussões críticas, o compartilhamento de experiências e a troca de ideias foram imprescindíveis para a construção deste trabalho, enriquecendo-o com diferentes perspectivas, ampliando minha visão sobre os temas abordados e contribuindo para o refinamento contínuo das análises. O apoio mútuo e o incentivo proporcionado por essas interações tornaram o processo mais prazeroso e produtivo.

Por fim, manifesto minha profunda gratidão à minha mãe, cujo apoio, incentivo, compreensão e paciência foram fundamentais para o desenvolvimento da minha trajetória pessoal e acadêmica. Seu exemplo de perseverança e dedicação sempre serviu de inspiração, motivando-me a persistir nos momentos de dificuldade e a valorizar cada conquista alcançada.

## REFERÊNCIAS


1. **AKUTSU, Rita de Cássia; BOTELHO, Raquel Assunção; CAMARGO, Erika Barbosa; SÁVIO, Karin Eleonora Oliveira; ARAÚJO, Wilma Coelho.** A ficha técnica de preparação como instrumento de qualidade na produção de refeições. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 18, n. 2, p. 277–279, mar./abr. 2005. DOI: 10.1590/S1415-52732005000200012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rn/a/jTcSsMvnzgjhrWPM4KK8dKc/?lang=pt.
2. **KARAM, A. P. G.; NISHIYAMA, M. F.** Implantação de fichas técnicas de preparo na cozinha dietética de um hospital na cidade de Foz do Iguaçu. *Revista Uniamérica*, 2011. Seminário científico de nutrição.
3. **CRUZ, R. A.** Memória afetiva alimentar: avaliação das experiências e sua relação com a perspectiva de moradores e turistas. 2021. Tese (Doutorado) — Universidade do Vale do Itajaí, Balneário Camboriú, 2021.
4. **CASTRO, I.** Desafios e perspectivas para a promoção da alimentação adequada e saudável no Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 7-9, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csp/a/MNVN98CTxhVNM5bQBQry4Qf/?lang=pt.
5. **LINDHOLM, Charles.** *Culture and authenticity*. Oxford: Blackwell, 2008.
6. **SEBRAE.** Micro e pequenas empresas geram 27% do PIB do Brasil. Sebrae. Brasília, 2023. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/mt/noticias/micro-e-pequenas-empresas-geram-27-do-pib-do-brasil%2Cad0fc70646467410VgnVCM2000003c74010aRCRD.
7. **SEBRAE**. Empreender na indústria de alimentos traz riscos e oportunidades. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/empreender-na-industria-de-alimentos-traz-riscos-e-oportunidades,af81bbd38f896810VgnVCM1000001b00320aRCRD.
8. **CONTRERAS, Jesus; GRACIA-ARNÁIZ, Mabel.** *Alimentación y cultura: perspectivas antropológicas*. Barcelona: Ariel, 2005.
9. **DOUGLAS, Mary.** Deciphering a Meal. In: COUNIHAN, Carole; VAN ESTERIK, Penny (Org.). *Food and Culture*. New York: Routledge, 1997. p. 61-81..
10. **ACYPRESTE, Izadora Pereira.** Patrimônio alimentar: passos para a garantia da sociobiodiversidade e segurança/soberania alimentar. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/387853478_PATRIMONIO_ALIMENTAR_PASSOS_PARA_A_GARANTIA_DA_SOCIOBIODIVERSIDADE_E_SEGURANCASOBERANIA_ALIMENTAR.
11. **MONTANARI, Massimo.** *Comida como cultura*. São Paulo: Editora Senac, 2008.

# EIXO TEMÁTICO

# NUTRIÇÃO E ASPECTOS NUTRICIONAIS DE ALIMENTOS

# ANÁLISE DA ROTULAGEM NUTRICIONAL DE PRODUTOS COM NECESSIDADE DE PREPARO PARA O CONSUMO

# ANALYSIS OF NUTRITIONAL LABELING OF PRODUCTS THAT REQUIRE PREPARATION FOR CONSUMPTION

**DOI: 10.65747/conali2025v2c22**

**Danielle Alves da Silva Rios[1]; Darlana Ferreira Moura[2]; Inária do Nascimento da Conceição[3]; Lauane Silva Freitas de Oliveira[4], Renato de Mesquita Rios[5]**

[1]Docente do curso de Nutrição - Uniateneu; Email: nutri.danirios@gmail.com

[2]Estudante do Curso de Nutrição - Uniateneu; E-mail: darlanaf.moura@gmail.com

[3]Estudante do Curso de Nutrição - FAECE; E-mail: inarianasc4@gmail.com

[4]Estudante do Curso de Nutrição - UNIFOR; E-mail: lauane@edu.unifor.br

[5]Docente do Depto de Gastronomia – ICA – UFC; E-mail: renatorios@ufc.br

**Resumo:** Devido às Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs), estabeleceu-se mudanças estratégicas na rotulagem nutricional de alimentos embalados, dentre elas a introdução da Front-of-Pack (FOP), que por meio do símbolo de lupa, e a coluna de 100 g do produto para fins comparativos. Tais estratégias visam alertar o consumidor, apresentando eficácia como instrumento de educação nutricional, mas com limitações. Assim, este trabalho teve como objetivo analisar a rotulagem de 2 (dois) tipos de produtos que exigem preparo – massa pronta para bolo de chocolate e farinha láctea – em relação às tabelas de informações nutricionais apresentadas, especificamente a coluna de 100 g do produto pronto, como referência para comparativos entre diferentes marcas. No total 10 produtos foram avaliados: 6 (seis) de massa pronta para bolo de chocolate e 4 (quatro) de farinha láctea. Todos foram analisados a partir da nova legislação vigente (RDC nº429/2020), com seus limites previstos pela IN nº 75/2020. Os resultados obtidos apresentaram divergências quanto às instruções de preparos em relação à quantidade de alguns ingredientes, ponto não estabelecido com necessidade de padronização pela legislação vigente, o que impactou a coluna de 100 g da tabela nutricional. Além disso, outros pontos de atenção foram observados, sendo perceptível que para alimentos com preparo antes do consumo, vários fatores irão influenciar na tabela de informação nutricional, tendo um novo fator possível de confusão para os consumidores. Assim, é necessário atenção nas questões pontuadas, para que sejam pensadas formas de melhoria para rotulagem desse tipo de alimento.

**Palavras–chave:** alimentos com preparo; lupa; rotulagem nutricional

**Abstract:** Due to chronic noncommunicable diseases (CNCDs), strategic changes have been made to the nutritional labeling of packaged foods, including the introduction of Front-of-Pack (FOP) labeling, which uses a magnifying glass symbol and a 100 g column for comparative purposes. These strategies aim to alert consumers, proving effective as a nutritional education tool, but with limitations. Thus, this study aimed to analyze the labeling of two types of products

that require preparation—ready-made chocolate cake mix and milk powder—in relation to the nutritional information tables presented, specifically the 100 g column of the finished product, as a reference for comparisons between different brands. A total of 10 products were evaluated: 6 (six) chocolate cake mixes and 4 (four) milk flours. All were analyzed based on the new legislation in force (RDC No. 429/2020), with its limits set by IN No. 75/2020. The results obtained showed discrepancies in the preparation instructions regarding the quantity of some ingredients, a point not established with the need for standardization by current legislation, which impacted the 100 g column of the nutritional table. In addition, other points of attention were observed, and it was noticeable that for foods that require preparation before consumption, several factors will influence the nutritional information table, creating a new possible source of confusion for consumers.

**Keywords:** prepared foods; magnifying glass; nutrition labeling

## INTRODUÇÃO

As Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs) representam um enorme desafio para a saúde pública mundial na sociedade contemporânea. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, condições como doenças cardiovasculares, doenças respiratórias crônicas, câncer, diabetes e distúrbios neurodegenerativos se destacam na classificação de mortes mundiais, responsáveis por 74% das mortes, número que chegou a 78% no período pandêmico, desconsiderando os óbitos por COVID-19. Entre os principais fatores de risco relacionados às DCNTs, destaca-se o padrão alimentar inadequado, caracterizado pelo elevado consumo de alimentos ricos em açúcares, gorduras, sódio, além dos aditivos artificiais (1, 2).

Nesse contexto, diversas iniciativas regulatórias vêm sendo implementadas como estratégias de enfrentamento aos fatores alimentares de risco das DCNTs. A gordura *trans*, por exemplo, cuja ingestão está associada ao aumento significativo dos riscos de doenças cardiovasculares, tem sido alvo de intervenções globais (3). Desde 2018, a OMS recomenda a eliminação total de gordura *trans* produzida industrialmente, atingindo ao final de 2023 uma cobertura de 46% da população mundial (3,7 bilhões de pessoas) (4). Paralelamente, foram estabelecidas mudanças significativas na rotulagem nutricional de alimentos embalados, dentre elas a introdução da *Front-of-Pack* (FOP), rotulagem nutricional frontal, prevista pela RDC nº 429/2020, como uma das estratégias pensadas para minimizar o cenário atual (5).

A FOP, por meio do símbolo de lupa, visa alertar o consumidor sobre o alto teor de açúcares adicionados, gorduras saturadas e sódio nos alimentos, cujos limites são definidos no Anexo XV da Instrução Normativa nº 75/2020 (6). De acordo com o regulamento, os valores de referência para a aplicação da lupa em alimentos sólidos e semissólidos são: ≥15 g de açúcares adicionados, ≥6 g de gordura saturada e/ou ≥600 mg de sódio por 100 g de produto. Para alimentos líquidos, os limites são proporcionalmente ajustados para ≥7,5 g de açúcares adicionados, ≥3 g de gordura saturada e/ou ≥300 mg de sódio por 100 ml. Quando o alimento ultrapassa qualquer um desses parâmetros, o símbolo de lupa deve estar presente na parte frontal da embalagem. A legislação ainda

apresenta as formas em que a lupa deve ser apresentadas nos alimentos, como mostra a Figura 1 (6).

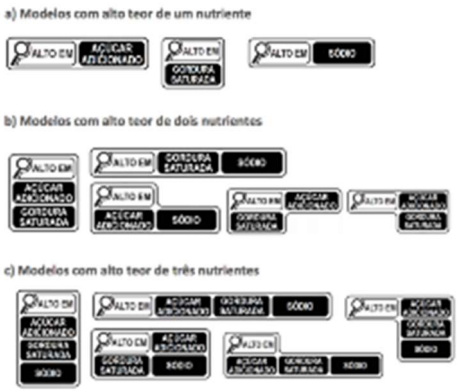



Figura 18 – Formas permitidas pela legislação brasileira de apresentar a lupa nos alimentos
Fonte: Brasil, 2020.

É necessário reconhecer que a rotulagem frontal, embora seja um instrumento de educação alimentar e nutricional, apresenta limitações. A presença da lupa na embalagem de um alimento deve ser interpretada com cautela. Isso porque, isoladamente, esse símbolo não oferece uma compreensão completa sobre a qualidade nutricional do produto. A interpretação adequada requer a análise conjunta de outros elementos do rótulo, como a lista de ingredientes, responsável por apresentar a real composição do alimento; a coluna de 100 g ou 100 mL da tabela nutricional, idealizada para permitir a comparação de produtos entre si de forma padronizada; e a porção real consumida, que pode alterar significativamente o impacto nutricional dos nutrientes presentes no alimento.

Diante disso, torna-se necessário refletir sobre o perfil do consumidor atual e suas dificuldades em interpretar corretamente os rótulos alimentares. Embora a rotulagem frontal represente um grande passo rumo à transparência e ao consumo consciente dos alimentos, sua efetividade depende da compreensão crítica por parte do consumidor, bem como da consideração de múltiplos aspectos do produto, indo além da simples presença ou ausência de alertas visuais. Essa compreensão é primordial para que as escolhas alimentares realmente favoreçam a promoção de saúde e a prevenção de DCNTs (7, 8).

Além disso, entre os diversos produtos industrializados, aqueles que requerem algum tipo de preparo necessitam de uma atenção maior, pois a coluna que iria servir de base para a comparação entre diferentes marcas, acaba se tornando uma alternativa complexa, uma vez que o preparo do produto não é padronizado e pode ser definido pelo fabricante. Tais fatores podem causar confusão no momento da interpretação dessa coluna e escolha pelo produto por parte do consumidor.

Assim, o objetivo desse trabalho foi analisar a rotulagem de 2 tipos de produtos que exigem preparo – massa pronta para bolo de chocolate e farinha láctea – em relação as tabelas de informações nutricionais apresentadas, especificamente a coluna de 100 g do produto pronto, como referência para comparativos entre diferentes marcas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa de campo consistiu em uma abordagem quantitativa, exploratória, descritiva e observacional dos dados contidos nos rótulos de produtos de marcas diferentes: 6 (seis) de massa pronta para bolo de chocolate e 4 (quatro) de farinha láctea. A coleta foi realizada no mês de julho de 2025 em mercados na cidade de Fortaleza, Ceará.

A escolha dos produtos teve como base a disponibilidade dos mesmos nos estabelecimentos visitados para coleta, porém buscou-se por marcas mais populares e que teriam grande consumo na região.

As informações analisadas foram baseadas na nova legislação vigente (RDC nº429/2020), que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados, com seus limites previstos pela IN nº 75/2020, que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados (5, 6). Além disso, foi observado o modo de preparo dos tipos de alimentos e suas diferentes marcas apresentado pelos fabricantes. Foram considerados pertinentes para o estudo os dados a respeito do painel frontal, tabela de informação nutricional em 100 g do alimento, modo de preparo e lista de ingredientes para fins comparativos e discussão.

Os resultados dos rótulos observados foram agrupados em diferentes categorias e transformados em tabelas demonstrativas para fins comparativos, utilizando Excel (Microsoft Office, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a informação nutricional referente a coluna de 100 g dos alimentos: bolo de chocolate e farinha láctea. Já na Tabela 2 estão os ingredientes do modo preparo dos alimentos citados, conforme orientação do fabricante.

Tabela 1 – Informação nutricional referente a coluna de 100 g dos alimentos pronto para o consumo: bolo de chocolate e farinha láctea.

| | **Amostra** | **Informação nutricional** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **V. E. (Kcal)** | **C (g)** | **A. A. (g)** | **P (g)** | **G.T. (g)** | **G.S. (g)** | **S (mg)** |
| **Bolo de chocolate** | **A** | 396 | 56 | 24 | 7,1 | 16 | 5,8 | 313 |
| | **B** | 341 | 51 | 28 | 7,3 | 12 | 2,5 | 365 |
| | **C** | 307 | 41 | 23 | 6,4 | 13 | 5 | 282 |
| | **D** | 340 | 50 | 27 | 8,7 | 12 | 4,6 | 378 |
| | **E** | 327 | 47 | 25 | 6,9 | 12 | 4,8 | 304 |
| | **F** | 348 | 47 | 25 | 7,2 | 14 | 5,9 | 157 |
| | | | | | | | | |
| **Farinha láctea** | **A** | 138 | 21 | 7,1 | 4,9 | 3,9 | 2,2 | 48 |
| | **B** | 103 | 13 | 2,5 | 4,5 | 3,7 | 2,1 | 47 |
| | **C** | 100 | 15 | 3 | 4,2 | 2,4 | 1,4 | 50 |
| | **D** | 106 | 14 | 3,3 | 4,4 | 3,7 | 2,1 | 46 |

**V.E.**: Valor Energético; **C**: Carboidrato; **A.A.**: Açúcares Adicionados; **P**: Proteínas; **G.T.**: Gorduras Totais; **G.S.**: Gordura Saturada; S: Sódio

Fonte: Autores, 2025

Tabela 2 – Ingredientes do modo de preparo dos alimentos: bolo de chocolate e farinha láctea.

| **Amostra** | **Ingredientes para preparo** | | |
|---|---|---|---|
| **Bolo de chocolate** | **Leite** | **Ovos** | **Manteiga** |
| **A** | 150 mL | 3 unidades | 80 g |
| **B** | 150 mL | 3 unidades | 60 g |
| **C** | 150 mL | 3 unidades | 60 g |
| **D** | 150 mL | 3 unidades | 60 g |
| **E** | 120 mL | 3 unidades | 60 g |
| **F** | 90 mL | 3 unidades | 60 g |
| | | | |
| **Farinha láctea** | **Farinha** | **Leite** | **Adicionais** |
| **A** | 30 g | 120 mL | |
| **B** | 30 g | 200 mL | |
| **C** | 30 g | 200 mL | ½ banana |
| **D** | 30 g | 200 mL | |

Fonte: Autores, 2025

Na massa pronta para bolo de chocolate foram encontradas divergências nas instruções de preparo: a amostra A possui diferença em relação a quantidade de manteiga, e as amostras E e F em relação a quantidade de leite. Consequentemente, a coluna de 100 g da tabela nutricional irá ser impactada por tais mudanças. Apesar da consciência de como essas variações são influenciadas pelos ingredientes adicionados, não se pode ser desconsiderado os ingredientes pertencentes a massa comercializada. A lista de ingredientes das 6 marcas está apresentada abaixo.

Tabela 3 – Lista de ingredientes da massa pronta para bolo de chocolate.

| **Amostras** | **Lista de ingredientes** |
|---|---|
| **A** | Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, amido (*Bacillus thuringiensis, Streptomyces viridochromogenes, Agrobacterium tumefaciens, Zea mays* e *Sphingobium herbicidovorans*), cacau, gordura vegetal hidrogenada, sal, fermentos químicos: bicarbonato de sódio e fosfatoácido de sódio e alumínio, aromatizantes, emulsificante: mono e diglicerídeos de ácidos graxos e espessantes: goma guar e goma xantana. |
| **B** | Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, cacau em pó, gordura vegetal, sal, fermentos químicos (bicarbonato de sódio, di-hidrogenodifosfato de cálcio, di-hidrogenofosfato de cálcio e fosfato ácido de sódio e alumínio), emulsificantes (INS 477, INS 472b e INS 471, estabilizantes INS 481(i) e INS 433, fermento químico INS 450 (iii)) e aromatizante. |
| **C** | Açúcar, farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, gordura vegetal hidrogenada, cacau em pó, amido de milho (*Bacillus thuringiensis, Streptomyces viridochromogenes, Agrobacterium tumefaciens* e *Zea mays*) emulsificante, fermentos químicos (bicarbonato de sódio e fosfato ácido de alumínio e sódio), sal e aromatizante. |

| | |
|---|---|
| **D** | Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, cacau em pó, gordura vegetal, amido de milho (geneticamente modificado por *Bacillus thuringiensis, Streptomyces viridochromogenes, Agrobacterium tumefaciens, Zea mays, Sphingobium herbicidovorans* e *Diabrotica firgifera*), soro de leite em pó, sal, fermentos químicos: bicarbonato de sódio, pirofosfato de sódio e fosfato monocálcico, e aromatizantes. |
| **E** | Açúcar, farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, gordura vegetal, amido de milho, cacau em pó, sal, vitaminas: A, B3 (niacina), B6 (piridoxina), B1 (tiamina) e B2 (riboflavina), zinco, fermentos químicos: bicarbonato de sódio e fosfato de alumínio e sódio, emulsificantes: ésteres de poliglicerol de ácidos graxos, ésteres de propilenoglicol de ácidos graxos, mono e diglicerídeos de ácidos graxos, estearoil lactato de sódio e polissorbato 80 e aromatizante. |
| **F** | Açúcar, farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, gordura vegetal emulsificada, amido de milho (geneticamente modificado a partir de *Bacillus thuringiensis* e/ou *Streptomyces viridochromogenes* e/ou *Agrobacterium tumefaciens* e/ou *Zea mays* e/ou *Sphingobium herbicidovorans* e/ou *Diabrotica firgifera*), cacau em pó, fécula de mandioca, sal, fermentos químicos (bicarbonato de sódio, fosfato de alumínio e sódio e pirofosfato ácido de sódio) e aromatizante. |

Fonte: Autores, 2025

Avaliando a lista de ingredientes da Tabela 3, é possível verificar que a formulação da massa passa por 3 ingredientes principais: farinha de trigo, açúcar e gordura. Todos eles apresentam cacau, por ser bolo de chocolate, e em 4 marcas foi adicionado amido. Outro ponto importante é que a lista de ingredientes se apresenta de forma decrescente e a ordem em que cada um se apresentar irá ter relação direta com a tabela de informação nutricional, principalmente os nutrientes fontes de calorias, como é o caso, principalmente, dos 3 ingredientes inicialmente mencionados. Assim, pode ser visualizado a marca A como que apresenta maior ponto de atenção na informação nutricional (Tabela 1), por ter maiores teores de calorias, carboidratos, gorduras totais e ser o segundo maior teor de gordura saturada. Isso porque, além dos ingredientes da massa, vale ressaltar que, entre as 6 marcas avaliadas, a A foi a única a apresentar maior quantidade de manteiga para preparo (80 g) quando comparada as demais (60 g), Tabela 2. A gordura é o macronutriente com maior valor calórico, interferindo nos valores elevados já mencionados.

Com relação a FOP, todas as marcas apresentam a lupa de alto teor de açúcares adicionados, com valores que variaram de 23 a 28 %. Relacionando tal informação com a lista de ingredientes, é esperada a presença da lupa no rótulo, pois o açúcar está como primeiro ingrediente em 3 marcas (C, D e F) e em segundo nas demais (A, B e D). Ainda sobre essa questão, apesar das marcas não apresentarem a lupa para gordura saturada, os valores ficaram bem próximos ao limite estabelecido (6 g/100 g) para a maioria das marcas, pois é possível observar a presença de gordura vegetal em terceiro lugar para 3 delas (C, E e F) e quarto lugar para as outras. Por fim, o sódio apresentou valores entre 157 e 378 mg, ficando bem abaixo do estabelecido para inserção da lupa de alto

teor em sódio. Apesar da presença de sal em algumas marcas e alguns aditivos que apresentam sódio, eles não apresentam quantidade relevante para impactar ao ponto de ser necessário a lupa. Porém, fica o alerta para o consumo de quantidades excessivas, como para qualquer alimento.

Já para farinha láctea, todas possuíam o mesmo peso de farinha para o preparo (30 g), variando nas quantidades de ingredientes em 2 das 4 marcas, A e C. A amostra A exigia menor adição de leite (120 mL) em relação as demais (200 mL), entretanto apresentou os maiores teores de valor energético, carboidratos, açúcares adicionados, proteínas e gorduras totais e saturadas. Analisando a Tabela 4 nota-se uma menor lista de ingredientes na marca A, com uma menor interferência de ingredientes adicionados, que poderiam influenciar na concentração por porção dos ingredientes que apresentam nutrientes com valor calórico associado. Por outro lado, as amostras B, C e D indicavam igual volume de leite e apresentaram valores nutricionais semelhantes (Tabela 1). Em todas as marcas avaliadas podem ser verificadas a presença de ingredientes além da farinha de trigo, açúcar, leite em pó, vitaminas, minerais e aromatizantes. Especificamente, a amostra C inclui o acréscimo de meia banana (Tabela 2) e apresenta a menor quantidade de gorduras saturadas, além do maior teor de sódio (Tabela 1).

Tabela 4 – Lista de ingredientes da farinha láctea.

| Amostras | Lista de ingredientes |
|---|---|
| **A** | Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, leite em pó integral, vitaminas e minerais (C, B3, B5, A, B1, D, fumarato ferroso e óxido de zinco) e aromatizante. |
| **B** | Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, leite em pó integral, açúcar, lecitina de soja (INS 322), extrato de malte, vitaminas e mineral (Vitamina C, vitamina E, vitamina B5, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina A, vitamina B9, vitamina D, vitamina B12 e ferro), sal e aromatizante. |
| **C** | Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, leite em pó integral (20%), vitaminas e minerais (vitamina C (ácido L-ascórbico), cálcio (fosfato de cálcio dibásico), ferro (fumarato ferroso), zinco (óxido de zinco), vitamina B5 (D-pantotenato de cálcio), vitamina B6 (cloridrato de piridoxina) e vitamina B1 (tiamina mononitrato)), sal e aromatizante. |
| **D** | Farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, açúcar, leite em pó integral, fosfato tricálcico, vitaminas (A, B1, B2, B6, C, E, PP – niacina), ferro e aromatizante. |

Fonte: Autores, 2025

Em uma investigação sobre os tipos de símbolos utilizados no painel frontal, a compreensão e familiaridade deles por parte dos consumidores, aumentando ou não a percepção em relação a saudabilidade dos alimentos e o impacto na intenção de compra a partir de diferentes símbolos. Com os dados obtidos foi verificado que a presença de um símbolo no painel frontal, aumentaria o entendimento do conteúdo nutricional, considerando assim um fator positivo.

Entretanto, entre os símbolos estudados, a lupa apresentou os resultados menos consistentes em relação aos modelos de advertência avaliados (octógono, triângulo e círculo) utilizados em outros locais (9).

Outro trabalho teve como proposta fazer um comparativo e avaliar as mudanças causadas pela nova rotulagem nutricional dos alimentos embalados, considerando a mesma como um elemento fundamental para a promoção da saúde pública e estratégia de combate às doenças crônicas não transmissíveis e obesidade. Os autores chegaram a conclusão de que a nova rotulagem foi um importante passo no marco regulatório das legislações de alimentos e pode ter um impacto positivo na vida do consumidor, facilitando sua compreensão e permitindo um consumo mais consciente, uma vez que as informações utilizadas nos rótulos são de difícil entendimento para o consumidor (10).

Constantemente, estudos relatam o problema do consumo de alimentos com qualidade nutricional baixa e sua relação com fatores de risco para doenças cardiometabólicas, além da associação direta com sobrepeso e obesidade para diversos públicos (6, 11). Em geral, esses alimentos contêm ingredientes refinados, gorduras, sal e açúcares, com alta densidade energética, alta carga glicêmica e alta palatabilidade. Além de grandes quantidades de aditivos químicos e têm baixo teor de proteínas e fibras. Dessa forma, acessar as informações contidas nos rótulos e compreender o básico para serem feitas escolhas assertivas, é de extrema importância para os consumidores.

Assim, entende-se que as modificações atuais da rotulagem nutricional foram estabelecidas para facilitar a rotina na escolha dos alimentos por parte do consumidor. Entretanto, é notório como algumas lacunas precisam ser preenchidas, facilitando assim o poder de comparação e, consequentemente, de decisão no momento da compra, fundamentando a escolha de alguns tipos de alimentos.

A partir das análises do presente estudo, é perceptível que para alimentos com preparo antes do consumo, vários fatores irão influenciar na tabela de informação nutricional. Naturalmente a lista de ingredientes não é a mesma, pois cada empresa terá a sua formulação, tal fato já gera uma diferença nos valores de energia e nutrientes fornecido pelos produtos. Porém, além desta interferência, os demais insumos que irão fazer parte da formulação do produto tornam o processo mais complexo, por não serem padronizados e definidos por cada indústria, gerando um novo fator que irá confundir os consumidores. Essas variações comprometem a efetiva comparação entre os produtos, visto que o consumidor considera apenas os valores apresentados na tabela nutricional, sem a atenção devida para pontos importantes que impactam na mesma, não conseguindo compreender o que irá refletir nas mudanças dos valores apresentados.

Os resultados evidenciam que, embora a rotulagem atenda às exigências legais, a inclusão de um padrão nas instruções de preparo desses alimentos pode ser uma estratégia importante para garantir a comparação nutricional entre marcas no dia a dia de alimentos que precisam ser preparados para o consumo.

## CONCLUSÕES

Ao analisar a rotulagem nutricional, com foco na informação de 100 g do produto pronto, em massas para bolo e farinhas lácteas compreende-se a necessidade de mais estudos sobre produtos que requerem preparo por parte do consumidor, para servir como embasamento científico em futuras atualizações das legislações da área.

Ainda que a rotulagem frontal (FOP) mostre-se eficaz ao identificar altos teores de nutrientes críticos de forma isolada, os resultados apontam para uma limitação crítica quando aplicada a esses produtos, diminuindo o potencial educativo da nova rotulagem para esta categoria de alimentos.

Avançar as análise desses produtos com essas características ajudaria garantir não só adequações na legislação, como impactariam em estratégias mais efetivas na redução de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs).

## REFERÊNCIAS


1. CAIVANO, Simone dos Anjos; DOMENE, Semíramis Martins Álvares. Consenso entre especialistas sobre alimentação saudável e índice de qualidade da dieta. São Paulo, v ***Ciência & Saúde Coletiva***, 25, n. 7, p. 2551-2560, jul. 2020. DOI: 10.1590/1413-81232020257.09592018.

2. NEPOMUCENO, Giovanna da Conceição; PEREIRA, Alessandra da Silva; SIMÕES, Bruno Francisco Teixeira. Dietary patterns and their association with chronic non-communicable diseases over time. ***Ciência & Saúde Coletiva***, Rio de Janeiro, v. 30, n. 5, p. e16662023, maio 2025. DOI: 10.1590/1413-81232025305.16662023.

3. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 632, de 24 de março de 2022. Dispõe sobre a restrição de uso de gorduras trans industriais em alimentos (Internet). Brasília, DF: ANVISA, 2022. Disponível em: https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet/INPDFViewer?jornal=515&pagina=299&data=30/03/2022&captchafield=firstAccess. Acesso em: 17 jul. 2025.

4. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Noncommunicable diseases (Internet). Geneva: WHO, 2023 (atualizado em 23 dez. 2024). Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases. Acesso em: 17 jul. 2025.

5. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados (Internet). Brasília, DF: ANVISA, 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599. Acesso em: 17 jul. 2025.

6. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa – IN nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados (Internet).

Brasília, DF: ANVISA, 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143. Acesso em: 17 jul. 2025.

7. SANTOS, Francine Silva dos; DIAS, Mariane da Silva; MINTEM, Gicele Costa; OLIVEIRA, Isabel Oliveira de; GIGANTE, Denise Petrucci. Processamento de alimentos e fatores de risco cardiometabólicos: revisão sistemática. ***Revista de Saúde Pública***, São Paulo, Brasil, v. 54, p. 70, 2020. DOI: 10.11606/s1518-8787.2020054001704.

8. MOLINA, Maria Del Carmen Bisi; ALVIM MATOS, Sheila Maria; GIATTI, Luana; SCHMIDT, Maria Inês; DUNCAN, Bruce Bartholow; BARRETO, Sandhi; VIGO, Álvaro; CANHADA, Scheine Leite; LUFT, Vivian Cristine; LEVY, Renata Bertazzi. Consumo de alimentos ultraprocessados e risco aumentado de síndrome metabólica em adultos: o ELSA-Brasil. ***Diabetes Care***, (S.l.), v. 46, n. 2, p. 369–376, fev. 2023. DOI: 10.2337/figshare.21578916.

9. BANDEIRA, Luisete Moraes; PEDROSO, Jéssica; Tora, Natacha; GUBERT, Muriel Bauermann. Desempenho e percepção sobre modelos de rotulagem nutricional frontal no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, Brasil, v. 55, p. 19, 2021. DOI: 10.11606/s1518-8787.2021055002395.

10. GONÇALVES, Jenisson Linike Costa; ARÔXA, Carolina Natalie Fontes; LÁSCARIS, Matheus Péricles Silva; NETA, Maria Terezinha Santos Leite. Mudanças causadas pela nova rotulagem nutricional dos alimentos embalados: Revisão. **Agron Food Academy**, Capítulo 35, mar. 2022. DOI: 10.53934/9786599539657-35.

11. ENES, Carla Cristina; CAMARGO, Carolina Moura de; JUSTINO, Maraisa Isabela Coelho. Ultra-processed food consumption and obesity in adolescentes. Revista de Nutrição, 32, 180170, 2018. DOI: 10.1590/1678-9865201932e180170

# APLICAÇÃO DE MALTODEXTRINA COMO COADJUVANTE TECNOLÓGICO EM SUCO FUNCIONAL DENOMINADO DETOX: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA

# APPLICATION OF MALTODEXTRIN AS A TECHNOLOGICAL COADJUVANT IN A FUNCTIONAL BEVERAGE LABELED DETOX: CHEMICAL AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION

**DOI: 10.65747/conali2025v2c23**

**Aluska da Silva[1], Aline Diniz Barbosa Arriel[2], Yasmin Diniz de Morais[3], Yago Kenedy Martins Claudino[4], Newton Carlos Santos[5], Severina de Sousa[6]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN – UFCG;

E-mail: Aluska.silva@estudante.ufcg.edu.br

[2]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN – UFCG;

E-mail: aline.barbosa@estudante.ufcg.edu.br

[3]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN – UFCG;

E-mail: yasmindm67@gmail.com

[4]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CTRN – UFCG;

E-mail: Kevenyyago@gmail.com

[5]Docente/pesquisador Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos – CTRN – UFCG; E-mail: newtnsants@gmail.com

[6]Docente/pesquisador Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos – CTRN – UFCG; E-mail: sevsousa@gmail.com

**Resumo:** Tendo em vista que frutas e hortaliças são consideradas alimentos potencialmente nutritivos e que o marketing do suco denominado "*Detox"* se utiliza dessa junção como uma visibilidade saudável, pode-se considerar este um nicho atrativo para pesquisa e desenvolvimento de novos produtos. Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a caracterização química e físico-química de uma bebida funcional do tipo suco "detox" desenvolvida a partir da combinação de frutas e hortaliças, estas submetidas à adição de diferentes concentrações de maltodextrina(5, 10 e 15%). Foram analisados os parâmetros de pH, acidez total titulável(g/100g), teor de água(g/100g), cinzas(g/100g) e ácido ascórbico(mg/100g). O estudo foi conduzido segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro formulações distintas(0%, 5%, 10% e 15%). Os resultados indicaram variações estatisticamente significativas para pH, acidez total titulável e teor de água, com influência direta do aumento da concentração de maltodextrina. Em contrapartida, os teores de cinzas e ácido ascórbico não apresentaram efeito estatisticamente significativo, indicando que o agente carreador não comprometeu a fração mineral nem a estabilidade do ácido

ascórbico. A maltodextrina demonstrou ser eficaz como coadjuvante tecnológico, conferindo características desejáveis ao produto sem prejuízos nutricionais. Conclui-se que dados obtidos na presente pesquisa ressaltam o potencial da maltodextrina como ingrediente tecnológico para modulação de características físico-químicas em bebidas funcionais, contribuindo para o desenvolvimento de produtos com maior estabilidade, vida útil prolongada e apelo nutricional.

**Palavras–chave:** Alimento funcional; Bebida; Nutrição.

**Abstract:** Given that fruits and vegetables are considered nutritionally rich foods, and that marketing of so-called "detox" juices often leverages this combination as a symbol of health, this presents an attractive niche for research and the development of new products. Therefore, the present study aimed to evaluate the physicochemical characterization of a functional beverage classified as a “detox” juice, developed by combining fruits and vegetables and incorporating different concentrations of maltodextrin (5%, 10%, and 15%). The parameters analyzed included pH, titratable acidity (g/100g), moisture content (g/100g), ash content (g/100g), and ascorbic acid (mg/100g). The study was conducted using a completely randomized design (CRD) with four different formulations (0%, 5%, 10%, and 15%). The results indicated statistically significant variations in pH, titratable acidity, and moisture content, directly influenced by the increase in maltodextrin concentration. In contrast, the ash and ascorbic acid contents showed no statistically significant differences, indicating that the carrier agent did not compromise the mineral fraction or the stability of ascorbic acid. Maltodextrin proved to be effective as a technological coadjuvant, imparting desirable characteristics to the product without compromising its nutritional value. It is concluded that the data obtained in this study highlight the potential of maltodextrin as a technological ingredient for modulating physicochemical properties in functional beverages, contributing to the development of products with greater stability, extended shelf life, and nutritional appeal.

**Keywords:** Beverage; Functional food; Nutrition.

## INTRODUÇÃO

Devido à correlação entre dieta e efeitos fisiológicos no organismo humano tem-se gerado possibilidades para a indústria alimentícia promover seus produtos juntamente com a saúde dos consumidores[1]. A percepção de que o ato de se alimentar é um processo fundamental e para a manutenção da saúde e o bem-estar tem conferido maior visibilidade aos alimentos funcionais. Assim, o desenvolvimento de novos produtos tem-se concentrado não apenas nas características organolépticas, mas principalmente na composição nutricional dos alimentos [2].

Um alimento pode ser considerado funcional quando demonstrado que exerce efeito benéfico sobre a fisiologia humana, sendo relevante tanto para a alimentação quanto para a redução do risco de doenças[1]. Esses efeitos positivos decorrem da presença de diversos componentes, como probióticos, prebióticos, compostos derivados do metabolismo secundário vegetal (carotenoides, compostos fenólicos), fibras, vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis, oligoelementos e enzimas antioxidantes[2’3].

Pesquisas apontam a necessidade de aprofundar o estudo de alimentos capazes de modular o sistema imunológico humano, uma vez que os alimentos funcionais demonstram eficiência na regulação imunológica, atuando na defesa do organismo contra infecções, reações alérgicas e processos inflamatórios[4]. Vale destacar que o mercado nacional e internacional tem incentivado o consumo de frutas e hortaliças, com ênfase crescente na indústria de sucos[5].

De acordo com Alves[6], alimentos com atributos funcionais, como sucos e néctares mistos elaborados com maracujá, maçã, limão, couve, hortelã e gengibre, apresentam propriedades benéficas à saúde. Em seu estudo, observou-se que o produto final apresentou redução nos teores de açúcares e carboidratos, além de estabilidade nos parâmetros de pH e acidez, quando comparado à literatura.

A maltodextrina é utilizada como coadjuvante tecnológico, é reconhecida por suas múltiplas funções: conferir textura e consistência sem mascarar sabores, controlar doçura, higroscopicidade, osmolaridade e ponto de congelamento, prevenir cristalização e escurecimento não enzimático, além de atuar como suporte na secagem por atomização e na formação de substitutos de gordura e filmes comestíveis.

Na presente pesquisa, foi desenvolvido um suco denominado “detox”, com fins comerciais, cujas propriedades se enquadram na classificação de alimentos funcionais. A bebida foi formulada com ingredientes ricos em vitaminas, fibras, minerais e compostos bioativos com potencial antioxidante, capazes de contribuir para a manutenção da qualidade de vida.

Nesse contexto, o presente estudo buscou analisar a caracterização química e físico-química do suco “detox” através de um delineamento inteiramente casualizado na forma in natura e em diferentes concentrações de maltodextrina.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local da Pesquisa

Esta pesquisa foi realizada nos Laboratórios de Engenharia de Alimentos e Tecnologia do Frio, na Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos (UAEAli) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na cidade de Campina Grande - PB.

### Matéria-prima

As matérias-primas utilizadas na elaboração do suco, foram: Laranja-pera (*Citrus Sinensis*), Couve Folha (*Brassica oleracea*), Gengibre (*Zingiber officinale*), Cenoura (*Daucus carota*), Maçã (*Malus domestica Borkh*) e Água de coco natural (*Cocos nucifera L.*). Estes produtos foram adquiridos no comércio local da cidade de Campina Grande – PB.

### Fluxograma de atividades

A seguir, na figura 1 apresenta-se o fluxograma das atividades desenvolvidas na produção do suco durante a pesquisa, permitindo uma compreensão das etapas envolvidas ao longo do processo e fornecendo-se uma visão estruturada que permitiu-se a padronização da bebida.

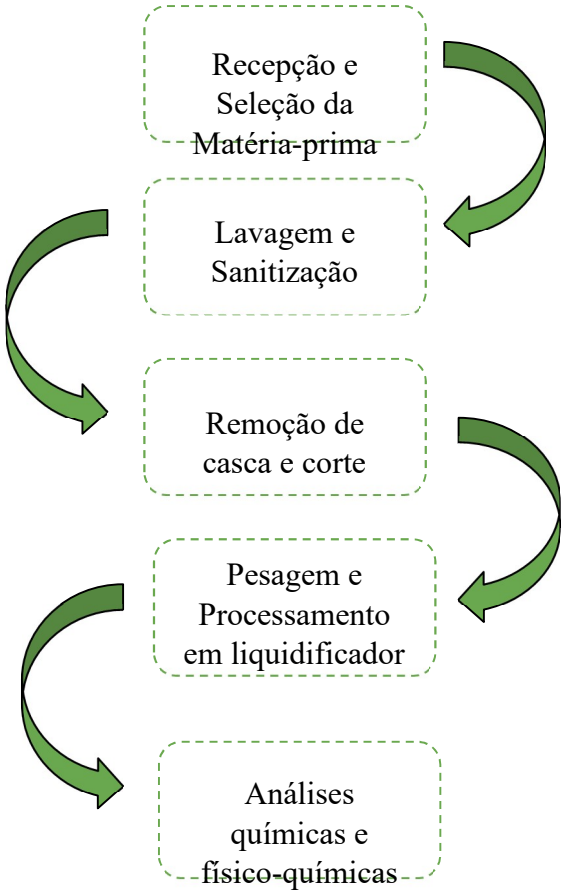



Figura 1 - Fluxograma das atividades

Fonte: Autores, 2025

**Planejamento Experimental**

O estudo foi conduzido segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC), o qual consiste na distribuição aleatória dos tratamentos entre as unidades experimentais, assumindo que todas elas são homogêneas. Cada formulação foi feita em batelada, previamente estabelecida de acordo com o planejamento adotado, sendo a variável independente a concentração de maltodextrina em 0%, 5%, 10% e 15%.

Os resultados obtidos foram analisados por meio da ANOVA e teste de médias de Tukey a 5% de significância, verificando o efeito da variação de maltodextrina sobre as características do suco.

**Higienização e processamento do suco detox**

A higienização das frutas e hortaliças foi feita a partir de imersão em solução de água e hipoclorito por 10 minutos, logo após isto, foram retirados e lavados com água potável abundantemente para a remoção de resíduos desta solução. Posteriormente, esses alimentos foram postos em temperatura ambiente para secar e serem utilizados na preparação do suco *detox*.

Para o preparo das formulações do suco detox reuniu-se todas as matérias-primas, previamente pesados em balança analítica, demonstrado na figura 2, e triturados durante 4 minutos em liquidificador doméstico de potência 550W.

Figura 2 - Procedimento das matérias-primas após a higienização
Fonte: Autores, 2025

Por fim, após o processamento, o suco foi coado em peneira para remoção de partículas maiores que pudessem interferir nas análises físico-químicas determinadas no planejamento experimental.

Figura 3 - Suco processado em preparação para as análises físico-químicas
Fonte: Autores, 2025

**Caracterização Físico-Química**

As formulações do suco detox, conforme descritas no delineamento inteiramente casualizado (DIC), foram submetidas à caracterização físico-química com o objetivo de avaliar os efeitos da adição de diferentes concentrações de maltodextrina sobre seus parâmetros básicos de qualidade. As análises incluíram a determinação do teor de água (g/100g), realizada por gravimetria em estufa, a uma temperatura constante de 105 °C até obtenção de peso constante. O conteúdo de cinzas (g/100g), representando a fração mineral total, foi quantificado por incineração completa das amostras em mufla a 550 °C, até a eliminação total da matéria orgânica.

A acidez total titulável foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L, utilizando fenolftaleína como indicador, sendo os resultados expressos em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de amostra (g/100g). A medida de pH foi realizada por leitura direta em potenciômetro devidamente calibrado (pHmetro digital), seguindo as recomendações metodológicas do Instituto Adolfo Lutz[7].

A quantificação do ácido ascórbico (mg/100g) foi realizada por titulometria com solução de iodo, baseada na metodologia descrita pela Farmacopeia Brasileira[8], com adaptações para matrizes vegetais líquidas, considerando a sensibilidade e estabilidade frente a agentes oxidantes.

**Análise estatística**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro formulações sendo 4 repetições cada. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA) e o teste de médias de Tukey a 5% de significância com o programa Statistica, versão 7.0, verificando-se os efeitos da variação de maltodextrina no processamento sobre as características do suco.

**RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A Tabela 1 apresenta os resultados da caracterização físico-química das formulações F1 a F4, elaboradas a partir de diferentes concentrações de maltodextrina. Observou-se que a variação nos teores de acidez total titulável (mg/100g), teor de água (g/100g) e pH foi estatisticamente significativa entre as formulações ($p < 0,05$), conforme indicado pelo teste de Tukey, evidenciando o impacto da maltodextrina sobre a matriz líquida do suco detox.

Tabela 1 – Caracterização físico-química do suco detox

| Formulações | Proporção(%) | Acidez | Teor de água | pH |
|---|---|---|---|---|
| F1 | 0 | 2,5160[b] | 92,0733[d] | 4,7453[c] |
| F2 | 5 | 3,9596[a] | 87,5032[c] | 4,0563[b] |
| F3 | 10 | 3,9184[a] | 82,8398[b] | 4,2230[a] |
| F4 | 15 | 3,1759[c] | 79,7401[a] | 4,2896[a] |

Fonte: Autores, 2025

Com os dados apresentados na tabela 1 verifica-se que a acidez total mostrou um aumento nas formulações F2 (5%) e F3 (10%) em relação à F1 (sem maltodextrina), atingindo valores máximos de 3,96% e 3,92%, respectivamente. Esse comportamento pode estar relacionado à capacidade da maltodextrina de modificar o meio ácido, afetando a solubilidade e disponibilidade de ácidos orgânicos presentes na matriz vegetal. Quanto ao pH, observou-se uma queda na formulação F2, seguida por um aumento em F3 e F4. Essa oscilação pode refletir o equilíbrio entre a concentração de ácidos livres e a presença de maltodextrina, que por não possuir acidez própria, pode atuar como matriz neutra que dilui o efeito ácido. Conforme observado, resultados semelhantes foram apresentados por Freitas *et al*,[10] ao avaliar o efeito da maltodextrina em suco de abacaxi atomizado, concentrações crescentes do agente carreador promoveram aumento da acidez e redução do pH, comportamento atribuído à interação entre os sólidos solúveis e os ácidos orgânicos presentes na matriz da fruta. Haja vista que aliado com a acidez, o pH é um fator físico-químico que contribui para a estabilidade e qualidade do produto os valores de pH encontrados nas formulações foram baixo, avalia-se sendo um ponto positivo pois inibem o crescimento de microrganismos patogênicos.

O teor de água diminuiu progressivamente com o aumento da concentração de maltodextrina (de 92,07% em F1 para 79,74% em F4). Essa redução é consistente com o efeito higroscópico e de encapsulamento da maltodextrina, que compete com a água livre na formulação. Esse comportamento também foi relatado por Oliveira *et al*[10], que demonstrou que a maltodextrina contribuiu para a retenção de compostos sólidos e redução da umidade em sucos atomizados, favorecendo a estabilidade do produto.

Além dos dados observados nos parâmetros de acidez, teor de água e pH, as análises de cinzas e ácido ascórbico foram realizadas, porém não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre as formulações ($p > 0,05$). A constância no teor de cinzas, que representa a fração mineral total, sugere que a adição de

maltodextrina — um polissacarídeo isento de minerais — não afetou a composição mineral do suco detox. A estabilidade da fração mineral pode ser atribuída ao fato de a maltodextrina ser nutricionalmente neutra, como discutido por Silva *et al*[11] em estudo com bebidas vegetais.

De forma semelhante, os níveis de ácido ascórbico mantiveram-se próximos entre as formulações, o que pode ser explicado pela natureza química da maltodextrina, que forma uma barreira física contra a oxidação, preservando compostos sensíveis durante o preparo, análise e principalmente após o processo de secagem por atomização. A sua preservação pode estar relacionada à ação protetora da maltodextrina contra a oxidação, conforme demonstrado por Santos *et al*[12], que observaram maior retenção de ácido ascórbico em sucos de acerola verde encapsulados com esse agente.

Esses achados reforçam que a inclusão da maltodextrina, um carboidrato funcional, não compromete o conteúdo nutricional essencial do suco, mantendo seu apelo funcional e seu potencial sem comprometer a integridade nutricional de componentes sensíveis como minerais e ácido ascórbico.

Por fim, Esses dados demonstram que a maltodextrina exerce influência importante sobre os parâmetros físico-químicos do suco detox, contribuindo para sua estabilidade e podendo facilitar a formulação de versões com maior vida útil ou características sensoriais específicas, especialmente no contexto de alimentos funcionais.

## CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a adição de maltodextrina em diferentes concentrações influencia significativamente os parâmetros físico-químicos do suco detox, especialmente acidez total, pH e teor de água. Observou-se que o aumento da concentração de maltodextrina resultou em maior acidez nas formulações intermediárias e na redução do teor de água, possivelmente devido ao efeito higroscópico e à concentração de sólidos solúveis promovida pelo agente carreador. Em contrapartida, os teores de cinzas e de ácido ascórbico mantiveram-se estáveis entre as formulações, indicando que a incorporação de maltodextrina não comprometeu a composição mineral nem a estabilidade da vitamina C.

Esses achados ressaltam o potencial da maltodextrina como ingrediente tecnológico para modulação de características físico-químicas em bebidas funcionais, contribuindo para o desenvolvimento de produtos com maior estabilidade, vida útil prolongada e apelo nutricional. Recomenda-se que estudos futuros avaliem o impacto sensorial dessas alterações, bem como a bioacessibilidade e atividade antioxidante de compostos bioativos nas formulações enriquecidas com maltodextrina, a fim de ampliar a aplicabilidade desses produtos no contexto da alimentação saudável.

**AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil - PIBITI/UFCG.

**REFERÊNCIAS**

1. MACHADO, P. G.; SPERONI, C.; FERRAZ, J. F.;FIGLESKI, P. D.; KOCH, R. H.; SEVERO, J. Elaboração de suco misto de frutas com potencial funcional e comparação com suco comercial “Detox”. Revista CSBEA–v, v. 3, n. 1, p. 1, 2017.
2. SILVA, B. V.; BARREIRA, J. C. M.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Natural phytochemicals and probiotics as bioactive ingredients for functional foods: Extraction, biochemistry and protected-delivery Technologies. Trends in Food Science &Technology, v. 50, p.144-158, 2016.
3. MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos Funcionais E Nutracêuticos: Definições, Legislação E Benefícios À Saúde. Revista Eletrônica de Farmácia, v.3, p.109-122, 2006.
4. HACHIMURA, S; TOTSUKA, M; HOSONO, A. Immunomodulation by food: Impact on gut immunity and immune cell function. Bioscience, biotechnology, and biochemistry, v. 82, n. 4, p. 584-599, 2018.
5. SOUSA, S. B. Determinação da qualidade microbiológica e análises físico-químicas de sucos naturais. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
6. ALVES, E, O. Desenvolvimento de suco e néctar misto detox. Dissertação (Graduação) – Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, 2022. Disponível em: Biblioteca Digital de Monografias: Desenvolvimento de suco e néctar misto detox - Biblioteca Digital de Monografias(ufma.br). Acesso em: 18 de junho de 2025.
7. IAL, Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020 p, 2008.
8. FARMACOPÉIA BRASILEIRA. Andrei editora S.A., São Paulo. 3ed. 1977.
9. FREITAS, D. dos S.; SILVA, E. P. da; PINTO, L. A.; LIMA, M. A. C.; SOUSA, G. M. de. Efeito da maltodextrina no sumo da polpa de abacaxi ‘Pérola’ atomizado. Revista de Ciências Agrárias, v. 42, n. 3, p. 770-779, 2019. Disponível em: https://www.redalyc.org/journal/878/87860186007/. Acesso em: 9 jul. 2025.
10. OLIVEIRA, G. S.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 10, p. 1059–1064, 2014. Disponível em: SciELO Brasil - Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. Acesso em: 9 jul. 2025.

11. SILVA, E. B. M.; VIEIRA, V, R, M.; GONÇALVES, S. A. R. O.; TAKAHASHI, J.A.; ARAUJO R. L. B. Análise De Rotulagem de Bebidas Mistas de Frutas e Vegetais Denominadas Detox. Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia. v. 9, n. 3, P. 130-136, DOI: http://doi.org/10.22239/2317-269x.01458. 2021.

12. SANTO, L.; MUNIZ, J. L.; PIRES, A. P. M.; ARAÚJO, R. S. Microencapsulação de ácido ascórbico em pó de acerola verde obtido por Spray Drying. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, Florianópolis, 2014. Anais(...). Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/c040/a0cf501a3ff2842fe0d09c4a7ba65724b3c2.pdf. Acesso em: 11 jul. 2025.

# IMPACTO DA MICROGRAVIDADE NA NUTRIÇÃO DOS ASTRONAUTAS DURANTE MISSÕES ESPACIAIS: UMA BREVE REVISÃO

# IMPACT OF MICROGRAVITY ON ASTRONAUT NUTRITION DURING SPACE MISSIONS: A BRIEF REVIEW

**DOI: 10.65747/conali2025v2c24**

**Maria Sza Amaral Santos Ferreira[1]; Anna Santos Costa[2]; Flávia Luiza Araújo Tavares da Silva[3], Angelise Durigon[4], Ana Karla de Souza Abud[5], Patrícia Beltrão Lessa Constant[6]**

[1]Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCET – UFS; E-mail: mszaamaral@gmail.com

[2]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia – PROCTA – UFS; annasantos616@gmail.com

[3]Estudante do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia – RENORBIO/SE – UFS; flavialuats@gmail.com

[4]Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia – PROCTA – UFS;

angelise@academico.ufs.br

[5]Docente dos Programas de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual (PPGPI) e Engenharia Química (PEQ) – UFS; anaabud@gmail.com

[6]Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia – PROCTA – UFS; pblconstant@yahoo.com

**Resumo:** Uma alimentação e nutrição adequadas são fatores críticos para a manutenção da saúde e do desempenho de astronautas durante missões espaciais. Este trabalho tem como objetivo revisar os principais efeitos da microgravidade sobre a nutrição e a fisiologia humana em um ambiente espacial, além de discutir estratégias adotadas para mitigar tais efeitos. Utilizou-se uma revisão bibliográfica de caráter exploratório, com base em artigos publicados entre 2002 e 2025, selecionados por relevância temática em bases como Web of Science, Science Direct e Google Acadêmico. Os resultados indicaram que a microgravidade afeta negativamente a redistribuição de fluidos, apetite, metabolismo, absorção de nutrientes e microbiota intestinal. Também que deficiências em vitamina D, cálcio, ferro e antioxidantes são frequentes, podendo comprometer as funções óssea, muscular, imunológica e cognitiva. Além disso, observou-se aumento da excreção de minerais, risco de cálculos renais e alterações na biodisponibilidade dos nutrientes. Dessa forma, estratégias como suplementação, cultivo de alimentos frescos, uso de probióticos e impressão 3D de alimentos têm sido discutidas como alternativas para minimizar tais impactos. E, embora avanços importantes tenham sido realizados, desafios logísticos, tecnológicos e fisiológicos ainda limitam a segurança nutricional em missões espaciais prolongadas, sendo essencial o desenvolvimento contínuo de soluções integradas para garantir o bem-estar dos astronautas em futuras explorações.

**Palavras–chave:** Alimentação espacial; Biodisponibilidade; Deficiência nutricional; Saúde dos astronautas

**Abstract:** Adequate diet and nutrition are critical factors for maintaining the health and performance of astronauts during space missions. This paper aims to review the main effects of microgravity on nutrition and human physiology in a space environment, as well as to discuss strategies adopted to mitigate these effects. An exploratory literature review was conducted, based on articles published between 2002 and 2025, selected for thematic relevance from databases such as Web of Science, Science Direct, and Google Scholar. The results indicated that microgravity negatively affects fluid redistribution, appetite, metabolism, nutrient absorption, and gut microbiota. Deficiencies in vitamin D, calcium, iron, and antioxidants are also common, which may compromise bone, muscle, immune, and cognitive functions. Furthermore, increased mineral excretion, risk of kidney stones, and changes in nutrient bioavailability were observed. Therefore, strategies such as supplementation, cultivation of fresh foods, use of probiotics, and 3D food printing have been discussed as alternatives to minimize these impacts. And, although significant advances have been made, logistical, technological, and physiological challenges still limit nutritional security on long-duration space missions, making the continuous development of integrated solutions essential to ensure the well-being of astronauts in future explorations.

**Keywords:** Astronaut health; Bioavailability; Nutritional deficiency; Space food

## INTRODUÇÃO

Os alimentos espaciais consistem em uma variedade de produtos alimentares desenvolvidos e processados especificamente para o consumo de astronautas no espaço. Assim como a nutrição envolve o fornecimento ou obtenção dos alimentos essenciais para a saúde e o crescimento, a nutrição espacial se refere ao processo de garantir esses nutrientes de forma adequada para manter a saúde e o desenvolvimento no ambiente espacial, tendo um papel crucial ao longo da história das explorações (1).

Ainda que os sistemas de engenharia e o foguete operem de forma impecável, a falha do sistema alimentar em atender a quaisquer dos critérios estabelecidos pela missão pode resultar no mesmo desfecho de diversas expedições que falharam em sair do planeta de origem, fracassando gravemente devido, exclusivamente, a problemas no sistema de alimentação e nutrição dos astronautas (2).

Missões espaciais de longa duração, por exemplo, requerem uma ingestão precisa de nutrientes para assegurar a manutenção da saúde e a proteção contra os efeitos adversos da microgravidade. Dessa forma, a preservação de uma ingestão nutricional adequada durante o voo espacial é essencial não apenas para atender às necessidades metabólicas dos astronautas, mas também para mitigar os impactos fisiológicos negativos causados pela exposição prolongada ao ambiente espacial, prevenindo doenças por deficiência nutricional (1,3). Entre os principais estressores espaciais estão a radiação, o isolamento, o confinamento e, especialmente, a microgravidade (4).

No ambiente extraterrestre, diversos processos exógenos e endógenos podem impactar a saúde humana de várias formas. Um exemplo de processo exógeno é a microgravidade durante a órbita, cuja exposição prolongada está associada a riscos

adicionais à saúde, como reativação viral, enjoo espacial, atrofia muscular e óssea, além de intolerância ortostática (5-7). Devido à microgravidade, os astronautas perdem cálcio, nitrogênio e fósforo, nutrientes perdidos que precisam ser repostos por meio de uma alimentação bem balanceada (1). Expedições polares históricas foram devastadas pela insuficiência (tiamina e vitamina C) ou pelo excesso de vitaminas ou minerais (vitamina A e chumbo) na dieta (8).

Em função da importância na manutenção da saúde e do desempenho de astronautas durante missões espaciais, este trabalho busca revisar os principais efeitos da microgravidade sobre a nutrição e a fisiologia humana em um ambiente espacial, além de discutir estratégias adotadas para mitigar tais efeitos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se como metodologia uma pesquisa básica, de caráter exploratório e descritivo, com foco na revisão bibliográfica, uma metodologia de pesquisa que envolve a coleta, análise e interpretação de literatura relevante sobre um determinado assunto, sendo crucial para identificar lacunas de conhecimento, evitar duplicidade de estudos e fundamentar teoricamente uma pesquisa.

Foram empregadas as bases de daddos Web of Science, Science Direct e Google Acadêmico, utilizando os operadores booleanos **AND** e **OR**, combinando os seguintes termos-chave em inglês: *"spaceflight", "microgravity", "space nutrition", "space food", "bone loss", "muscle atrophy", "immune response", "gut microbiota", "dietary interventions", "functional foods", "3D food printing" e "probiotics"*. A aplicação desses operadores permitiu uma pesquisa abrangente e direcionada ao tema proposto. A seleção dos artigos foi baseada na temática do trabalho e em publicações em um período de tempo entre 2002 a 2025. Para o tratamento de dados, usou-se a biblioteca *matplotlib*, que permitiu identificar tendências de crescimento da produção científica sobre o tema nos últimos anos.

A busca inicial resultou em 185 artigos. Após a remoção de 32 duplicatas, restaram 153 artigos para triagem. Na etapa de leitura de títulos e resumos, 70 artigos foram excluídos por não atenderem diretamente à temática proposta. Em seguida, 20 artigos foram descartados devido à ausência de delineamento metodológico claro. Ao final da leitura completa, 53 artigos atenderam aos critérios de inclusão e compuseram a versão final desta revisão. Os critérios de inclusão consideraram a relevância temática dos artigos, exigindo que estes abordassem diretamente nutrição espacial, missões espaciais e suas consequências à saúde dos astronautas. A atualidade e originalidade dos artigos também foram levadas em consideração, buscando incluir pesquisas recentes e contribuições originais para o campo.

Por outro lado, os critérios de exclusão foram aplicados para garantir a qualidade e relevância dos artigos selecionados. Foram excluídos artigos que não estivessem diretamente relacionados à temática da nutrição espacial. Além disso, foram excluídos artigos que apresentavam baixa qualidade metodológica, identificada a partir de critérios como ausência de delineamento claro, falta de descrição dos métodos de coleta e análise de dados e ausência de revisão por pares. Fontes não científicas (como blogs, notícias e websites institucionais sem validação científica), bem como materiais duplicados ou redundantes, também foram descartados. Artigos antigos, que não

refletiam os avanços mais recentes na área (publicados antes de 2002), foram excluídos com base no objetivo de manter a atualidade da revisão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da distribuição dos artigos por ano revelou uma crescente atenção da comunidade científica ao tema da nutrição e saúde em ambiente espacial ao longo das últimas duas décadas. Embora publicações já existissem nos anos 2000 e início da década de 2010, observa-se um aumento significativo a partir de 2016, com picos notáveis nos anos de 2020, 2022 e 2023.

Esse crescimento pode estar relacionado ao avanço dos programas espaciais internacionais, como as missões da SpaceX e da NASA (National Aeronautics and Space Administration), bem como ao fortalecimento de pesquisas voltadas à permanência prolongada de humanos no espaço, como a futura missão à Marte e a manutenção da Estação Espacial Internacional (ISS, do inglês *International Space Station*). A tendência recente indica não apenas o crescimento do número de publicações, mas, também, a diversificação das abordagens investigadas, incluindo temas como microbiota intestinal, impressão 3D de alimentos e alterações fisiológicas induzidas pela microgravidade.

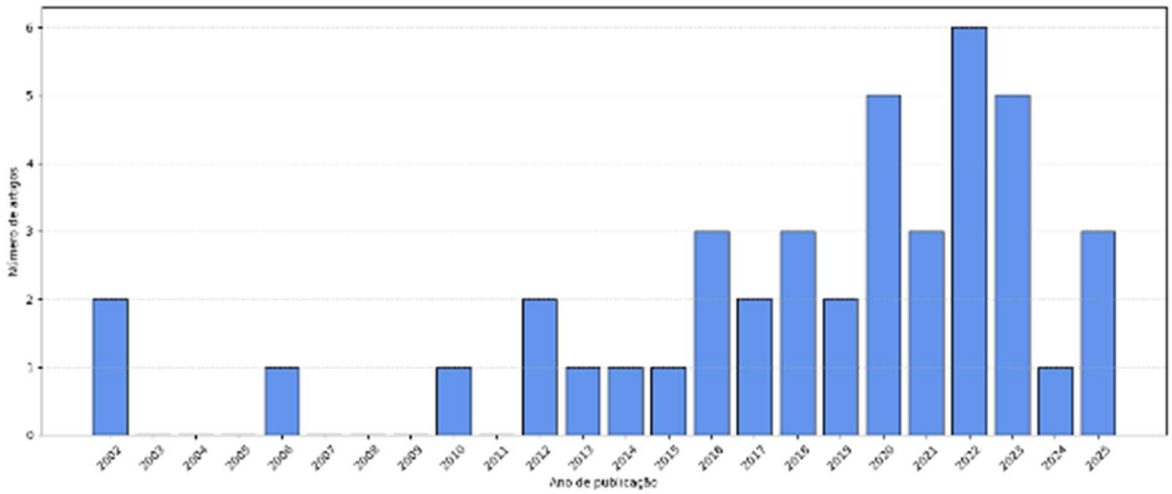



Figura 1. Distribuição de artigos utilizados por ano

Na Figura 2 está expressa uma nuvem de palavras derivada da análise das palavras-chave mais recorrentes nos artigos utilizados nesse trabalho. O termo “microgravity” se destaca com maior peso, seguido por termos como “space flight”, “bone loss”, “astronauts”, “space radiation” e “nutrition”. Isso confirma que a mior parte das discussões são voltadas aos impactos fisiológicos da microgravidade, sobretudo a perda de massa óssea, muscular e nutricional.

Figura 2. Nuvem de palavras

Fonte: Autores e extraído do *Bibliometrix R*, 2025

Também se destaca a presença de termos como “space farming” e “3D food printing”, apontando para avanços tecnológicos no desenvolvimento de sistemas alimentares sustentáveis para missões espaciais. A nuvem sugere que a literatura já contempla tanto os **efeitos adversos** da microgravidade quanto as **estratégias adaptativas e tecnológicas** para enfrentá-los.

A Figura 3 apresenta como as palavras-chave relacionadas à microgravidade aparecem juntas em várias publicações, usando o software VOSviewer. Nela, o termo “microgravity” fica bem no centro do mapa, com ligações fortes nas palavras como “bone loss”, “spaceflight” e “bed rest”. Dessa forma, a análise indica que a maior parte das pesquisas tem foco nas consequências fisiológicas da microgravidade, especialmente nos efeitos sobre o sistema musculoesquelético dos astronautas.

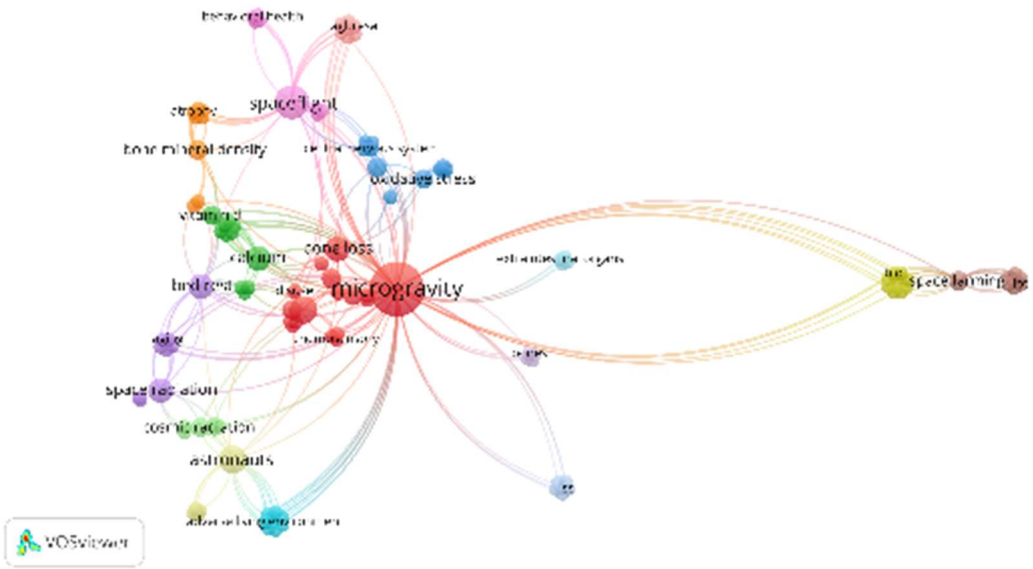


Figura 2. Nuvem de palavras

Fonte: Autores e extraído do Vosviewer, 2025

Os diferentes clusters (representados pelas cores) sugerem subtemas interconectados. O cluster verde associa “vitamin D” e “calcium” ao “bone loss”, reforçando o papel dos nutrientes como estratégias de mitigação. O cluster azul claro associa “oxidative stress” e “central nervous system”, evidenciando um foco adicional nas alterações neurológicas em ambientes espaciais. Outro destaque é a presença do cluster amarelo, que abrange termos como “space farming” e “bio”, apontando para a interface entre agricultura espacial e suporte nutricional em longas missões.

Ambas as figuras refletem o panorama atual das publicações científicas voltadas à microgravidade. A análise de coocorrência e a nuvem de palavras evidenciam que os principais focos de pesquisa envolvem os efeitos adversos no corpo humano (como a perda óssea e o estresse oxidativo), estratégias nutricionais e intervenções médicas, além da crescente atenção a tecnologias alimentares inovadoras como a agricultura espacial e a impressão 3D de alimentos.

**Alterações fisiológicas induzidas pela microgravidade**

A microgravidade provoca uma redistribuição significativa dos fluidos corporais, resultando em um deslocamento de líquidos da parte inferior para a parte superior do corpo, porque, na ausência da força gravitacional, o gradiente hidrostático que normalmente mantém os líquidos nas extremidades inferiores, desaparece. Sem a ação da gravidade, os líquidos corporais migram em direção ao tórax, cabeça e pescoço, causando uma sensação de "congestionamento" nessa região (9). Essa alteração pode afetar o sistema gastrointestinal e as sensações de fome e saciedade, contribuindo para uma redução na ingestão alimentar. Estudos indicam que fatores como alterações no paladar e olfato, combinados com a redistribuição de fluidos, podem diminuir o apetite dos astronautas, levando a um balanço energético negativo e à perda de peso durante as missões espaciais (10,11). Além disso, a exposição prolongada a níveis elevados de dióxido de carbono nas espaçonaves pode afetar o apetite e o metabolismo energético, exacerbando os desafios nutricionais enfrentados em ambientes de microgravidade (7).

Estudos indicam que os níveis de $CO_2$ a bordo da Estação Espacial Internacional (ISS) são significativamente mais altos do que os encontrados na Terra, devido às limitações dos sistemas de remoção deste gás. Enquanto a concentração atmosférica de $CO_2$ na Terra é de aproximadamente 0,04%, os níveis na ISS podem chegar a cerca de 0,4%, elevação que pode levar a sintomas como dores de cabeça, fadiga e sensação de mal-estar, contribuindo para a redução do apetite e alterações no metabolismo energético (12).

A ausência de gravidade também reduz a carga mecânica sobre os ossos e músculos, levando à perda de massa óssea e muscular (13,14). A diminuição da atividade osteoblástica e o aumento da reabsorção óssea resultam em uma perda significativa de densidade mineral óssea, especialmente em ossos de sustentação como a tíbia e o fêmur (15). Paralelamente, a microgravidade afeta o metabolismo do cálcio e da vitamina D, essenciais para a saúde óssea. Com a redução na absorção intestinal de cálcio e a diminuição dos níveis de vitamina D, devido à falta de exposição solar, compromete-se ainda mais a integridade óssea (16,17). No que diz respeito à massa muscular, a falta de estímulo gravitacional leva à atrofia muscular, com perdas

significativas de força e resistência. Alterações no metabolismo proteico, incluindo a diminuição da síntese e o aumento da degradação de proteínas musculares, contribuem para esse processo (18,19,20).

A microgravidade também impacta negativamente no sistema gastrointestinal, resultando em uma motilidade intestinal reduzida e em alterações nas funções sensoriais, como o paladar e o olfato (21). Essas mudanças podem levar a desconfortos digestivos e a uma diminuição no prazer associado à alimentação, reduzindo a ingestão calórica dos astronautas. Estudos também sugerem que a redistribuição de fluidos corporais pode afetar a percepção dos sabores e aromas, tornando os alimentos menos atrativos. Além disso, fatores como o estresse, o confinamento e a monotonia alimentar durante as missões espaciais podem agravar essas alterações sensoriais e gastrointestinais, comprometendo ainda mais o estado nutricional dos tripulantes

**Deficiências nutricionais mais comuns em missões espaciais**

Durante missões espaciais, os astronautas enfrentam desafios nutricionais significativos, incluindo deficiências de vitamina D, cálcio, ferro e antioxidantes como as vitaminas C e E (22). A ausência de exposição à luz solar direta no espaço compromete a síntese cutânea de vitamina D, essencial para a absorção de cálcio e manutenção da saúde óssea (14,15,23). E estudos indicam que, mesmo com suplementação, os níveis séricos de vitamina D podem permanecer abaixo do ideal durante voos espaciais prolongados. Além disso, a microgravidade afeta o metabolismo do cálcio, levando a uma maior excreção urinária, com consequente perda de densidade mineral óssea (24,25,26). O ferro também apresenta alterações significativas, como a redistribuição de fluidos corporais, e a redução na produção de glóbulos vermelhos pode resultar em acúmulo de ferro em certos tecidos, aumentando o risco de toxicidade (25,27). Quanto aos antioxidantes, a exposição à radiação cósmica e o estresse oxidativo associado à microgravidade elevam a demanda por nutrientes antioxidantes. A deficiência em vitaminas C e E, por sua vez, pode comprometer a capacidade do organismo de neutralizar radicais livres, aumentando o risco de danos celulares (28,29).

As carências nutricionais observadas durante missões espaciais também levam a implicações diretas no desempenho cognitivo, imunológico e muscular dos astronautas, onde a falta de vitamina D e cálcio contribuem para a perda de massa óssea e muscular, aumentando o risco de fraturas e diminuindo a força muscular (22). Segundo Oluwafemi *et al*. (1), a deficiência de ferro pode levar à anemia, reduzindo a capacidade de transporte de oxigênio no sangue e comprometendo o desempenho físico e cognitivo. O sistema imunológico também é afetado, levando a carência de antioxidantes como as vitaminas C e E, levando a uma redução na resposta imunológica e tornando os astronautas mais suscetíveis a infecções. Essas alterações fisiológicas, combinadas com o estresse psicológico inerente às missões espaciais, podem impactar negativamente na saúde geral e na capacidade operacional dos tripulantes.

**Efeitos da microgravidade sobre a absorção e biodisponibilidade de nutrientes**

A microgravidade afeta tanto o processo físico quanto a biodisponibilidade de nutrientes, como mostrado em estudos de avaliação nutricional feitos com amostras de sangue e urina de astronautas (30). Nessas análises, foram notadas alterações nos hormônios, na função gastrointestinal e em parâmetros osteomusculares, modificando a absorção mineral e de proteínas. Alterações na expressão gênica de células ósseas

e intestinais logo no primeiro dia de microgravidade indicam processos adaptativos rápidos, que podem impactar a assimilação de nutrientes essenciais, como cálcio e aminoácidos (31,32).

Além disso, as formulações dos alimentos espaciais (como emulsões e lipídios) influenciam a bioacessibilidade, especialmente em nutrientes lipossolúveis. Isto ocorre porque, em corpos em gravidade reduzida, a dinâmica de degradação proteica gera maior demanda de aminoácidos, exigindo formulações especiais para mitigar catabolismo muscular. Assim, adaptar a composição e forma de apresentação dos alimentos se torna essencial para garantir uma biodisponibilidade eficaz em ambientes espaciais (22).

A perda óssea pela ausência de gravidade ocorre de forma rápida, liberando cálcio na circulação e elevando sua excreção urinária, o que pode provocar formação de cálculos renais (33). Essa condição é exacerbada pelo consumo de dietas salgadas, comuns em alimentos de missão, que intensificam o risco mineral e prejudicam equilíbrio hidroeletrolítico (23). Testes laboratoriais do conteúdo urinário de astronautas revelam, com frequência, hiperexcreção de cálcio devido à osteólise acentuada (13,34). Como contramedida, a suplementação com citrato de potássio tem sido explorada para reduzir a excreção óssea e proteger os rins (16,32). Mudanças nos níveis hormonais e no pH urinário, induzidas pela microgravidade, também afetam a função renal e o metabolismo de minerais (31).

Simulações de gravidade reduzida demonstram queda significativa na diversidade microbiana, com redução de bactérias anti-inflamatórias como *Faecalibacterium* e aumento de gêneros potencialmente patogênicos como *Alistipes, Eubacterium*, afetando metabolismo intestinal (35). Nos estudos da missão ISS e em simulações terrestres, como a AGBRESA (Artificial Gravity Bed Rest Study) percebeu-se um aumento na proporção de Firmicutes/Bacteroidetes associado à disbiose e potencial inflamação, que repercutiu no perfil de metabólitos, com alterações nos ácidos graxos de cadeia curta, e no aumento de lactato e malato (32,36).

Estudos também sugerem que mudanças microbianas podem afetar a saúde cardiovascular e óssea, influenciando endotoxemia e metabolismo aminoacídico. Como contramedidas para reverter ou mitigar essas alterações tem-se o uso de probióticos, de fibra dietética e a aplicação de gravidade artificial. Dessa forma, a manutenção da microbiota requer estratégias integradas envolvendo dieta, suplementos e estímulos físicos no ambiente espacial (37).

**Estratégias nutricionais adotadas pela NASA e outras agências**

A NASA e outras agências espaciais têm adotado dietas com cerca de 55% de carboidratos, 30% de gorduras e 15% de proteínas para sustentar a demanda energética e metabólica dos astronautas, além de incluírem suplementação com cálcio, vitamina D e antioxidantes (ômega-3, β-alanina) para minimizar perda óssea, inflamação e estresse oxidativo durante missões prolongadas. Alimentos funcionais, como derivados de fitoquímicos, também integram o planejamento, contribuindo para a imunidade e a proteção contra radiação (38).

A suplementação de cálcio (1000 a 1200 mg/dia) e de vitamina D (800 a 1000 IU/dia) é uma medida padrão para conter a desmineralização óssea induzida pela microgravidade. Embora altas doses nem sempre revertam a perda de massa óssea de forma eficaz, a suplementação é aplicada como uma possibilidade de regeneração. Além disso, chefes da ISS elaboram um ciclo rotativo de 4 a 6 dias de menus, com

variedade de sabores e texturas, para preservar o apetite dos tripulantes e prevenir a fadiga alimentar, permitindo uma ingestão nutricional balanceada nas missões (9).

Diante dos desafios nutricionais impostos pela microgravidade, diversas estratégias têm sido investigadas para promover a saúde física e mental dos astronautas durante missões espaciais prolongadas. O uso de probióticos, como o *Lactobacillus casei* Shirota, tem se mostrado promissor como suporte à função imunológica, sendo possível manter sua viabilidade e propriedades funcionais mesmo após meses de armazenamento na ISS (39).

No estudo de Khodadad *et al*. (40), foi avaliada a viabilidade do cultivo seguro e nutritivo de alfaces no sistema Veggie a bordo da ISS, comprovando seu potencial como fonte de hortaliças frescas para os astronautas. Massa *et al*. (41) descreveram o Advanced Plant Habitat como um sistema totalmente automatizado, com controle preciso de luz, temperatura e nutrientes, capaz de manter o cultivo de plantas por até 135 dias com qualidade comparável à terrestre. Em uma revisão mais recente, Teng *et al*. (42) abordaram pesquisas voltadas ao cultivo de microverdes em ambientes espaciais, destacando-os como uma alternativa promissora devido à alta densidade de fitonutrientes, variedade de sabores, rápido crescimento e baixo consumo de espaço e insumos.

Várias tecnologias inovadoras foram desenvolvidas para melhorar a qualidade, a vida útil e o conteúdo nutricional dos alimentos espaciais (43), sendo a impressão 3D de alimentos uma das tecnologias emergentes por personalizar as refeições dos astronautas com base em suas necessidades nutricionais individuais (44). Ao utilizar ingredientes em pó misturados com água ou óleo, impressoras 3D podem criar refeições com composições nutricionais específicas. Além disso, sistemas de cultivo hidropônico e aeropônico estão sendo explorados para o cultivo de alimentos frescos no espaço, reduzindo a dependência de refeições pré-embaladas e fornecendo aos astronautas vitaminas e minerais essenciais por meio de produtos frescos (45).

## Desafios logísticos e tecnológicos no fornecimento de alimentos

Em um estudo realizado por Carillo *et al*. (46) sobre a produção sustentável de alimentos a bordo da Estação Espacial Internacional (ISS), os autores destacaram a falta espaço para refrigerar os alimentos, com muitos alimentos armazenados à temperaturas acima de 20 ºC, limitando o tempo de vida útil desses produtos, a exemplo de frutas e hortaliças, e levando ao desperdício de alimentos e escassez nutricional.

Dessa maneira, os astronautas estão limitados a comerem alimentos desidratados e enlatados por semanas, gerando um impacto direto na saúde mental, em sintomas de estresse, ansiedade e depressão, na saúde física, como perda de peso, alteração no sistema nervoso central e na visão, e no desempenho da missão, agravando missões malsucedidas (47).

Kumar e Gaikwad (47) abordaram a evolução de métodos de processamento e embalagens para alimentos espaciais, ressaltando que essas embalagens devem ser leves, com alta barreira à gases e umidade, resistência mecânica, selabilidade térmica e possibilidade de esterilização, com impacto direto no peso total da carga, tempo de preparo e aceitação dos astronautas. Além disso, reforçaram que os alimentos espaciais precisam ser de fácil preparo e limpeza, devido á microgravidade.

Segundo Watkins *et al*. (48), para missões prolongadas, trabalhos na literatura apontam que a estabilidade dos alimentos espaciais estão entre 2 e 2,5 anos, pois nutrientes como vitamina C, B1, B2 e A se degradam significativamente em função da radiação cósmica. Este tempo é insuficiente para uma viagem à Marte, que pode durar de 3 a 5 anos. Alguns trabalhos recentes (tabela 1), destacam inovações e contramedidas para mitigar os problemas de saúde dos astronautas desenvolvidos pela microgravidade devido a missões espaciais.

Tabela 1. Estudos recentes relacionados a saúde no espaço

| Objetivo do estudo | Amostra/modelo | Resultado | Referência |
|---|---|---|---|
| Avaliar o consumo de Spirulina platensis (SP) como fonte alimentar para mitigação da osteoporose devido a perda de cálcio. | Aplicação do experimento em ratos, durante 5 semanas. | Os resultados revelaram que proteínas e polissacarídeos aumentaram significativamente a densidade óssea e reduziram o estresse oxidativo. | (49) |
| Investigar os efeitos de diferentes proteínas de *Spirulina* tratadas termicamente e seus hidrolisados na prevenção da osteoporose em condições simuladas de microgravidade. | Camundongos submetidos ao modelo de suspensão dos membros posteriores (HLS) para simular microgravidade. | O hidrolisado de *Spirulina* tratado por micro-ondas foi o mais eficaz, preservando a morfologia óssea, aumentando a densidade óssea e modulando positivamente a via FoxO/Wnt/β-catenina, além de melhorar a microbiota intestinal e a produção de ácidos graxos de cadeia curta. | (50) |
| Fornecer uma visão geral sobre: (i) mecanismos de atrofia muscular observados no espaço e em estudos de repouso prolongado, (ii) contramedidas existentes, e (iii) | Não houve amostra experimental direta; uma **revisão narrativa** baseada em estudos antigos | Exercícios atuais não mantêm totalmente a massa e função muscular em microgravidade devido à dificuldade de reproduzir cargas semelhantes às da Terra. Melhor | (51) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| contramedidas promissoras, como a estimulação elétrica neuromuscular portátil, para reduzir a perda muscular em astronautas. | | compreensão dos mecanismos celulares pode levar a contramedidas mais eficazes. A estimulação elétrica neuromuscular portátil é destacada como uma alternativa promissora para manter massa, força e resistência muscular em missões espaciais. | |
| Explorar o potencial da nutrição de precisão como contramedida para preservar a saúde de astronautas em missões espaciais de longa duração, utilizando avanços em nutrigenômica, metabolômica e microbiômica para personalizar a dieta e a suplementação. | Não há amostra experimental. Trata-se de um capítulo de revisão conceitual que reúne avanços científicos terrestres e propõe sua aplicação no contexto espacial. | A nutrição de precisão pode ajudar a mitigar efeitos adversos do voo espacial (perda óssea, disfunção imune, descondicionamento cardiovascular e distúrbios gastrointestinais) ao adaptar dieta e suplementação ao perfil genético, metabólico e de microbioma de cada astronauta. | (52) |

**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A revisão permitiu observar que a microgravidade exerce um impacto significativo sobre a saúde nutricional dos astronautas, afetando desde a ingestão e absorção de nutrientes até funções metabólicas e fisiológicas críticas. Os estudos mostraram que deficiências de micronutrientes, como cálcio, vitamina D, ferro e antioxidantes têm sido recorrentes e podem comprometer o desempenho físico, cognitivo e imunológico dos tripulantes. Como barreiras ainda presentes, destacam-se a perda de massa óssea e muscular, a disbiose intestinal e as dificuldades logísticas relacionadas à conservação e variedade alimentar. Apesar disso, estratégias como suplementação nutricional, cultivo de vegetais a bordo, uso de probióticos e tecnologias emergentes, como a impressão 3D de alimentos, têm se mostrado promissoras, mas ainda carecem de aprimoramento. Portanto, torna-se necessário um contínuo

investimento em pesquisa e desenvolvimento de soluções nutricionais eficazes, sustentáveis e personalizadas para garantir a saúde e o sucesso das missões espaciais de longa duração.

## AGRADECIMENTOS

## REFERÊNCIAS


(1) Oluwafemi FA, De La Torre A, Afolayan EM, Olalekan-Ajayi BM, Dhital B, Mora-Almanza JG, Rivolta A. Space food and nutrition in a long term manned mission. *Adv Astronaut Sci Technol*. 2018;1:1-21.

(2) Feeney RE. *Polar journeys: the role of food and nutrition in early exploration. Washington* (DC): University of Alaska Press; 1997.

(3) Bergouignan A, Stein TP, Habold C, Coxam V, O'Gorman D, Blanc S. Towards human exploration of space: The THESEUS review series on nutrition and metabolism research priorities. *NPJ Microgravity*. 2016;2(1):1-8.

(4) Mhatre SD, Iyer J, Puukila S, Paul AM, Tahimic CG, Rubinstein L, Ronca AE. Neuro-consequences of the spaceflight environment. *Neurosci Biobehav Rev*. 2022;132:908-935.

(5) Garrett-Bakelman FE, Darshi M, Green SJ, Gur RC, Lin L, Macias BR, Turek FW. The NASA Twins Study: A multidimensional analysis of a year-long human spaceflight. *Science*. 2019;364(6436):eaau8650.

(6) Crucian B, Stowe RP, Mehta S, Quiriarte H, Pierson D, Sams C. Alterations in adaptive immunity persist during long-duration spaceflight. *NPJ Microgravity*. 2015;1(1):1-10.

(7) Alexander D, Wu J, Barr YR, Watkins SD. Acute and chronic exposure to CO2 in space flight. In: *82nd Annual Scientific Meeting of the Aerospace Medical Association*; 2010.

(8) Guly HR. 'Polar anaemia': cardiac failure during the heroic age of Antarctic exploration. *Polar Rec*. 2012;48(2):157-164.

(9) Chaloulakou S, Poulia KA, Karayiannis D. Physiological alterations in relation to space flight: the role of nutrition. *Nutrients*. 2022;14(22):4896.

(10) Demontis GC, Germani MM, Caiani EG, Barravecchia I, Passino C, Angeloni D. Human pathophysiological adaptations to the space environment. *Front Physiol*. 2017;8:547.

(11) Sirmons TA, Roma PG, Whitmire AM, Smith SM, Zwart SR, Young M, Douglas GL. Meal replacement in isolated and confined mission environments: Consumption, acceptability, and implications for physical and behavioral health. *Physiol Behav*. 2020;219:112829.

(12) Taylor AJ, Beauchamp JD, Briand L, Heer M, Hummel T, Margot C, Spence C. Factors affecting flavor perception in space: Does the spacecraft environment influence food intake by astronauts? *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2020;19(6):3439-3475.

(13) Gao R, Chilibeck PD. Nutritional interventions during bed rest and spaceflight: prevention of muscle mass and strength loss, bone resorption, glucose intolerance, and cardiovascular problems. *Nutr Res*. 2020;82:11-24.

(14) Grimm D, Grosse J, Wehland M, Mann V, Reseland JE, Sundaresan A, Corydon TJ. The impact of microgravity on bone in humans. *Bone*. 2016;87:44-56.

(15) Man J, Graham T, Squires-Donelly G, Laslett AL. The effects of microgravity on bone structure and function. *NPJ Microgravity*. 2022;8(1):9.

(16) Genah S, Monici M, Morbidelli L. The effect of space travel on bone metabolism: Considerations on today's major challenges and advances in pharmacology. *Int J Mol Sci*. 2021;22(9):4585.

(17) Tang H, Rising HH, Majji M, Brown RD. Long-term space nutrition: a scoping review. *Nutrients*. 2021;14(1):194.

(18) Tanaka K, Nishimura N, Kawai Y. Adaptation to microgravity, deconditioning, and countermeasures. *J Physiol Sci*. 2017;67(2):271-281.

(19) Baran R, Wehland M, Schulz H, Heer M, Infanger M, Grimm D. Microgravity-related changes in bone density and treatment options: A systematic review. *Int J Mol Sci*. 2022;23(15):8650.

(20) Vico L, Hargens A. Skeletal changes during and after spaceflight. *Nat Rev Rheumatol*. 2018;14(4):229-245.

(21) Olabi AA, Lawless HT, Hunter JB, Levitsky DA, Halpern BP. The effect of microgravity and space flight on the chemical senses. *J Food Sci*. 2002;67(2):468-478.

(22) Dakkumadugula A, Pankaj L, Alqahtani AS, Ullah R, Ercisli S, Murugan R. Space nutrition and the biochemical changes caused in astronauts' health due to space flight: A review. *Food Chem X*. 2023;20:100875.

(23) Smith SM, McCoy T, Gazda D, Morgan JL, Heer M, Zwart SR. Space flight calcium: implications for astronaut health, spacecraft operations, and Earth. *Nutrients*. 2012;4(12):2047-2068.

(24) Nagaraja MP, Risin D. The current state of bone loss research: data from spaceflight and microgravity simulators. *J Cell Biochem*. 2013;114(5):1001-1008.

(25) Heer M. Nutritional interventions related to bone turnover in European space missions and simulation models. *Nutrition*. 2002;18(10):853-856.

(26) Lee PH, Chung M, Ren Z, Mair DB, Kim DH. Factors mediating spaceflight-induced skeletal muscle atrophy. *Am J Physiol Cell Physiol*. 2022;322(3):C567-C580.

(27) Smith SM, Abrams SA, Davis-Street JE, Heer M, O'Brien KO, Wastney ME, Zwart SR. Fifty years of human space travel: implications for bone and calcium research. *Annu Rev Nutr*. 2014;34(1):377–400.

(28) Tian Y, Ma X, Yang C, Su P, Yin C, Qian AR. The impact of oxidative stress on the bone system in response to the space special environment. *Int J Mol Sci*. 2017;18(10):2132.

(29) Bonanni R, Cariati I, Marini M, Tarantino U, Tancredi V. Microgravity and musculoskeletal health: what strategies should be used for a great challenge? *Life (Basel)*. 2023;13(7):1423.

(30) Nie HY, Ge J, Huang GX, Liu KG, Yue Y, Li H, et al. New insights into the intestinal barrier through “gut-organ” axes and a glimpse of the microgravity’s effects on intestinal barrier. *Front Physiol*. 2024;15:1465649.

(31) Bychkov A, Reshetnikova P, Bychkova E, Podgorbunskikh E, Koptev V. The current state and future trends of space nutrition from a perspective of astronauts' physiology. *Int J Gastronomy Food Sci*. 2021;24:100324.

(32) Bedree JK, Kerns K, Chen T, Lima BP, Liu G, Ha P, et al. Specific host metabolite and gut microbiome alterations are associated with bone loss during spaceflight. *Cell Rep*. 2023;42(5):110588.

(33) Monga M, Macias B, Groppo E, Kostelec M, Hargens A. Renal stone risk in a simulated microgravity environment: impact of treadmill exercise with lower body negative pressure. *J Urol*. 2006;176(1):127–131.

(34) Zerwekh JE. Nutrition and renal stone disease in space. *Nutrition*. 2002;18(10):857–863.

(35) Han Y, Shao D, Han C, Huang Q, Zhao W. Response of human gut microbiota under simulated microgravity. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2022;106(13):5221–5231.

(36) Ramos-Nascimento A, Grenga L, Haange SB, Himmelmann A, Arndt FS, Ly YT, et al. Human gut microbiome and metabolite dynamics under simulated microgravity. *Gut Microbes*. 2023;15(2):2259033.

(37) Jiang P, Green SJ, Chlipala GE, Turek FW, Vitaterna MH. Reproducible changes in the gut microbiome suggest a shift in microbial and host metabolism during spaceflight. *Microbiome*. 2019;7(1):113.

(38) Baba S, Smith T, Hellmann J, Bhatnagar A, Carter K, Vanhoover A, Caruso J. Space flight diet-induced deficiency and response to gravity-free resistive exercise. *Nutrients*. 2020;12(8):2400.

(39) Sakai T, Moteki Y, Takahashi T, Shida K, Kiwaki M, Shimakawa Y, et al. Probiotics into outer space: feasibility assessments of encapsulated freeze-dried probiotics during 1 month's storage on the International Space Station. *Sci Rep*. 2018;8(1):10687.

(40) Khodadad CL, Hummerick ME, Spencer LE, Dixit AR, Richards JT, Romeyn MW, et al. Microbiological and nutritional analysis of lettuce crops grown on the international space station. *Front Plant Sci*. 2020;11:199.

(41) Massa GD, Dufour NF, Smith TM, Wheeler RM, Morrow RC. Growth chambers on the International Space Station for large plants. *Acta Hortic*. 2016;1134:215–222.

(42) Teng Z, Luo Y, Pearlstein DJ, Wheeler RM, Johnson CM, Wang Q, Fonseca JM. Microgreens for home, commercial, and space farming: a comprehensive update of the most recent developments. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2023;14(1):539–562.

(43) Ravi H, Manimehalai N, Roshan RU, Ramesh P, Selvam K. Design and performance optimization of a lab-scale pouch pasteurization system for crab meat using retort pouches: a predictive modelling study. *Turk J Fish Aquat Sci*. 2025;25(9).

(44) Sohel A, Sahu S, Mitchell GR, Patel MK. 3D food printing: a comprehensive review and critical analysis on technologies, food materials, applications, challenges, and future prospects. *Food Eng Rev*. 2025;1–29

(45) **Sonali L, Raj MD, Pavithra R, Kanimozhi NV, Suneetha C, Shri BR, Sukumar M. Functional foods for astronauts: Enhancing health and performance in microgravity and extreme environments.** *Space Habitation*. **2025;1(1):100005.**

(46) Carillo P, Morrone B, Fusco GM, De Pascale S, Rouphael Y. Challenges for a sustainable food production system on board of the International Space Station: A technical review. *Agronomy*. 2020;10(5):687.

(47) Kumar L, Gaikwad KK. Advanced food packaging systems for space exploration missions. *Life Sci Space Res*. 2023;37:7-14.

(48) Watkins P, Hughes J, Gamage TV, Knoerzer K, Ferlazzo ML, Banati RB. Long term food stability for extended space missions: a review. *Life Sci Space Res*. 2022;32:79-95.

(49) Zhang, J., Huang, Y., Bai, N., Sun, Y., Li, K., Ruan, H., Fan, D. Spirulina platensis components mitigate bone density loss induced by simulated microgravity: A mechanistic insight. *Food Chemistry*, v. 463, p. 141361, 2025.

(50) Zhang, J., Sun, Y., Huang, Y., Ruan, H., Yan, B., Zhang, N., Fan, D. Improvement of heat treated spirulina proteins and their enzymatic hydrolysates on osteoporosis under simulated microgravity. *Food Bioscience*, v. 62, p. 105119, 2024.

(51) Bosutti, A., Ganse, B., Maffiuletti, N. A., Wüst, R. C., Strijkers, G. J., Sanderson, A., Degens, H. Microgravity-induced changes in skeletal muscle and possible countermeasures: What we can learn from bed rest and human space studies. *Experimental Physiology*, 2025.

(52) BRAWLEY, Hayley N.; SMITH, Scott M.; ZWART, Sara R. Spaceflight precision nutrition. In: *Precision Medicine for Long and Safe Permanence of Humans in Space*. Academic Press, 2025. p. 47-55.

# IMPACTOS NUTRICIONAIS NOS FATORES DE RISCO E TERAPÊUTICA DA SÍNDROME METABÓLICA

# NUTRITIONAL IMPACTS ON RISK FACTORS AND THERAPY OF METABOLIC SYNDROME

**DOI: 10.65747/conali2025v2c25**

**Fernanda Fernandes Pinheiro da Costa[1]; Caline Alves de Oliveira[2]**
[1] Estudante do curso de Nutrição - UNINASSAU Petrolina; [2] Docente do curso de Nutrição - UNINASSAU Petrolina

Contato: fernandafernandespinheirocosta@gmail.com

**Resumo:** A síndrome metabólica é definida como um conjunto de associações de fatores de riscos que estão relacionados ao aparecimento de doenças cardiovasculares. Tem sido definida de vários modos por diferentes organizações e a definição proposta pelo NCEP tem sido a mais recomendada para a utilização clínica, estando classificados nesta definição os critérios de circunferência abdominal elevada, níveis de triglicerídeos séricos elevados, redução do HDL, hipertensão arterial sistêmica e hiperglicemia. Para o diagnóstico da SM é necessário que se tenha a presença de três ou mais destes fatores de risco. O objetivo principal deste trabalho foi descrever a SM, o impacto na conduta nutricional e o tratamento dos fatores de riscos através da coleta e análise de estudos primários e secundários sobre a temática. Foi realizada uma pesquisa na literatura nas últimas décadas, utilizando as bases de dados Medline, Scielo, Lilacs, PubMed e Google acadêmico, utilizando os descritores Síndrome metabólica - Metabolic syndrome, doença cardiovascular - cardiovascular disease e fatores de risco separados pelo operador booleano AND. Com esta pesquisa, é possível afirmar através dos estudos encontrados, que as mudanças no estilo de vida, incluindo orientação nutricional e práticas supervisionadas de exercícios físicos foram eficientes nos objetivos propostos para o tratamento da SM. Assim, pode-se concluir que a intervenção no estilo de vida, associado aos padrões alimentares saudáveis, representa o principal marco no controle da SM, a distribuição nutricional, aliada a prática regular de exercícios é a mais eficaz abordagem na terapêutica no manejo dos indivíduos.
**PALAVRAS-CHAVES:** dietoterapia, doença cardiovascular, fatores de risco, síndrome metabólica.

**Abstract:** Metabolic syndrome is defined as a set of risk factors associated with the onset of cardiovascular disease. It has been defined in various ways by different organizations, and the definition proposed by the NCEP has been the most recommended for clinical use. This definition includes the criteria of high waist circumference, elevated serum triglyceride levels, reduced HDL cholesterol, systemic arterial hypertension, and hyperglycemia. The diagnosis of MetS requires the presence of three or more of these risk factors. The main objective of this study was to describe MetS, its impact on nutritional behavior, and the treatment of risk factors through the collection and analysis of primary and secondary studies on the topic. A literature search was conducted in recent decades, using the Medline, Scielo, Lilacs, PubMed, and Google Scholar databases, using the descriptors "Metabolic syndrome," "Cardiovascular disease," and "Risk factors" separated by the Boolean operator AND. This research confirms, based on the studies found, that lifestyle changes, including nutritional guidance and supervised exercise, were effective in achieving the proposed goals for treating MS. Therefore, it can be concluded that lifestyle intervention, combined with healthy eating patterns, represents the main milestone in controlling MS. Nutritional distribution, combined with regular exercise, is the most effective therapeutic approach for managing these individuals.
**Keywords**: diet therapy, cardiovascular disease, risk factors, metabolic syndrome.

## INTRODUÇÃO

A síndrome metabólica (SM) pode ser definida como a associação de fatores de risco metabólicos que estão relacionados à doença cardiovascular (DCV). O diagnóstico da síndrome acontece a partir da identificação dos fatores de risco que são objetos da investigação clínica e laboratorial, podendo contemplar o exame físico (Medida da circunferência abdominal) e laboratorial (Glicemia de jejum) como parâmetros adotados na sua identificação (1).

Os estudos sobre os fatores de risco associados a SM foram evoluindo de acordo com o desenvolvimento de novas pesquisas que datam desde 1939 onde o autor inglês Harold Percival Himsworth iniciou uma pesquisa sobre absorção de glicose demonstrando que indivíduos diferentes têm sensibilidade variável a insulina, posteriormente a Organização Mundial de Saúde (OMS) adotou como critério obrigatório no diagnóstico a presença da resistência à insulina associado a outros componentes (2).

Devido à ausência de um critério diagnóstico padrão ouro e a falta de pesquisas sobre a disfunção na população, estudos sobre a SM têm sido dificultados (1). No entanto, dados da Sociedade Brasileira de Cardiologia ressalta o fato de que a depender do critério diagnóstico adotado a prevalência de SM pode variar em até 40,5% a depender da população estudada (3).

Por conta da ausência de um critério diagnóstico universal em 2009 as organizações científicas que se dedicam a estudar a síndrome publicaram uma definição única de Síndrome Metabólica com base nas definições anteriores onde o diagnóstico se dá a partir da identificação de 3 ou mais critérios (4).

Entretanto, não define o ponto de corte para a avaliação da circunferência abdominal, possibilitando a adoção de um valor que pode ser definido pela unidade ou profissional de saúde atuante em uma região específica, o que ressalta a valorização dos critérios étnicos e aspectos locais de cada região (4).

De acordo com Luna (2): “A síndrome metabólica seria, então, um sistema múltiplo de predição de risco cardiovascular baseado em alguns fatores de risco não contemplados em outros sistemas.” Visto que sua definição não se encontra bem estabelecida devido à ausência de um critério diagnóstico global.

Uma das principais generalidades acerca da síndrome metabólica é que ela traz como principal característica o aumento do risco de doença cardiovascular, mas não relaciona benefícios ao tratamento ou diagnóstico diferencial em pacientes que já possuem doença cardiovascular já diagnosticada ou diabéticos tipo 1, visto que essa classe já se enquadra em risco elevado (2).

Ainda não existem dados comprovados sobre o impacto da Síndrome na população infantil bem como critério diagnóstico onde comumente se utiliza adaptações das definições da

Organização Mundial de Saúde - OMS, National Cholesterol Education Program - NCEP-ATP III e The International Diabetes Federation – IDF (5).

Alguns autores apresentam dúvidas de que certos fatores de risco de doença cardiovascular (DCV) são propensos a se agruparem, e acreditam que a síndrome metabólica foi definida de forma imprecisa, há uma falta de certeza sobre sua patogênese e há dúvidas consideráveis sobre seu valor como marcador de risco para a DCV (6).

Assim, devido à ausência de um critério de diagnóstico bem definido sobre a síndrome metabólica, o objetivo deste trabalho é descrever através de uma revisão de literatura do tipo integrativa a relação do tratamento utilizado em pacientes com e sem a síndrome e a importância da dietoterapia no controle da doença.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho consta de uma revisão de literatura do tipo integrativa, de carácter descritivo e exploratório, e compreendeu em descrever a síndrome metabólica e o impacto na conduta nutricional e tratamento dos fatores de risco isoladamente através da coleta e análise de estudos primários e secundários sobre esta temática.

O levantamento bibliográfico das publicações foi realizado nas bases de dados: Index Medicus Eletrônico da National Library of Medicine (MEDLINE), Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Literatura Latino – Americana e do Caribe em Ciências de Saúde (LILACS), PUBMED, Google Acadêmico, em artigos de pesquisa científica. Os critérios de inclusão dos artigos foram publicações nas línguas portuguesa e inglesa, das últimas décadas (2012 – 2022) das referidas bases de dados. Foram utilizados os descritores exatos segundo a plataforma Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): Síndrome metabólica - Metabolic syndrome, doença cardiovascular - cardiovascular disease e fatores de risco separados pelo operador booleano AND.

Após a busca dos artigos foi realizada uma análise criteriosa do material selecionado para compor a revisão, sendo incluídos os artigos mais relevantes ao tema proposto, analisando o título, idioma, ano de publicação, resumo, metodologia, resultados e conclusão, sendo excluídos materiais que não possuíssem informações relevantes a temática. Foi necessário também a leitura de autores reconhecidos como fonte de pesquisas em livros relevantes nesta área do conhecimento (Síndrome metabólica).

A partir dos artigos encontrados sobre o tema nos bancos de dados, foram selecionados os de maior relevância para compor a revisão. As informações dos artigos foram inseridas em tabela para registros dos dados coletados, a fim de organizar, agrupar e facilitar a análise dos dados, interpretação dos resultados e a apresentação da revisão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 15 trabalhos incluídos na revisão apresentam, de forma geral, o propósito de investigar a síndrome metabólica.

A busca gerou resultados utilizando as palavras-chaves combinadas com operadores booleanos: “síndrome metabólica” AND “doença cardiovascular” AND “fatores de risco” e “metabolic syndrome AND cardiovascular disease AND risk factors” para todas as bases de dados. A base que apresentou o menor resultado foi SCIELO com 49 artigos na língua portuguesa e 176 na língua inglesa, seguido pelo LILACS com 148 para a língua portuguesa e 522 para a inglesa, PUBMED com 0 para portuguesa e 898 para inglesa, MEDLINE com 2189 para a língua portuguesa e 12292 para inglesa, Google Acadêmico com 16900 para portuguesa e 17200 para inglesa, as pesquisas foram refinadas aplicando o filtro dos últimos 10 anos (2012 – 2022).

A partir dos 19286 artigos encontrados na língua portuguesa e 39269 na língua inglesa, foram selecionados 15 trabalhos. A seleção está listada no quadro abaixo.

| Referência | Objetivo | Amostra estudada | Tipo de estudo | Principais achados |
|---|---|---|---|---|
| (7) | Identificar e comparar a prevalência da síndrome metabólica entre hipertensos e normotenso | 93 participantes normotensos e 168 hipertensos | Estudo transversal descritivo desenvolvido em uma Unidade Mista de Saúde | Os aspectos adotados para a definição de síndrome metabólica foram os definidos pelo National Cholesterol Education Program/Adults Treatment Painel (NCEP-ATP III). A frequência dos riscos cardiometabólicos associados à síndrome metabólica é maior na presença de doença hipertensiva. |
| (8) | Examinar a prevalência da síndrome metabólica em trabalhadores da Companhia de Geração e Distribuição de Energia | 1413 participantes | Estudo transversal desenvolvido em grupos de funcionários submetidos a check-up médico | A prevalência de síndrome metabólica foi de 48,6%. Aumentou com a idade e chegou a 58,7% em empregados com mais de 60 anos. O aumento da circunferência da |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | cintura foi o componente de maior prevalência da síndrome, seguido por pressão arterial elevada. |
| (9) | Avaliar a prevalência de SM e as características clínicas associadas à síndrome em indivíduos com hipertensão resistente e leve a moderada | 236 pacientes | Estudo transversal | A SM esteve presente em 73% dos pacientes com HR e 60% daqueles com hipertensão leve a moderada. |
| (10) | Estimar a prevalência de SM na população brasileira de acordo com fatores sociodemográficos, utilizando um consenso padronizado por diversos comitês e aceito internacionalmente | 60.202 indivíduos | Estudo transversal, de base populacional, com dados laboratoriais da Pesquisa Nacional de Saúde | Circunferência da cintura (CC) alta (65,5%) e colesterol HDL baixo (49,4%) foram os componentes mais prevalentes, inclusive nos jovens. A ocorrência de SM foi maior entre mulheres (41,8%), indivíduo de baixa escolaridade (47,5%) e idosos (66,1%). |
| (11) | Verificar a diferença na proporção de adolescentes com síndrome metabólica, diagnosticados por três diferentes critérios, bem como com a utilização da resistência à insulina no lugar da glicemia de jejum. | 121 adolescentes obesos | Estudo transversal | O componente mais prevalente foi o perímetro abdominal elevado. |
| (12) | Identificar os fatores de risco metabólicos da DHGNA em indivíduos não diabéticos e que não consumam álcool | 150 abstêmios | Estudo transversal | Em abstêmios não diabéticos as dislipidemias são os principais contribuintes para o desenvolvimento da DHGNA. |
| (13) | Comparar os efeitos de três tipos de abordagem para programas de mudança no estilo de vida visando à redução dos | 72 indivíduos com SM | Estudo randomizado controlado | A intervenção multidisciplinar, em especial em grupo, pode ser uma estratégia eficiente e economicamente viável para controlar |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | parâmetros metabólicos, assim como identificar seu impacto na qualidade de vida (QV) de indivíduos com SM. | | | os parâmetros metabólicos da SM. |
| (14) | Avaliar o efeito de modificações no estilo de vida na síndrome metabólica | 8 artigos que atenderam critérios de inclusão | Trata-se de uma revisão bibliográfica do tipo sistemática e metanálise | A modificação regular do estilo de vida a longo prazo, incluindo apenas a modificação da dieta, reduz a prevalência de SM e anormalidades associadas à SM, e pode ser uma ferramenta útil na redução da ocorrência futura |
| (15) | Apresentar o potencial do microbioma intestinal na influência de vários fatores de risco para a SM | | Trata-se de uma revisão bibliográfica | Eventos que começam no intestino, muitas vezes em resposta a sinais externos, como dieta e interrupção circadiana, têm efeitos de longo alcance além do intestino |
| (16) | Explorar a associação de vários índices de qualidade das dietas e associar os padrões alimentares | | Trata-se de uma revisão bibliográfica do tipo narrativa | Os índices de qualidade da dieta refletem a adesão ou os padrões alimentares estão consistentemente associados a um risco reduzido de SM. |
| (17) | Analisar os potenciais benefícios de diferentes abordagens dietéticas e utilizar como estratégias eficientes para prevenir a SM | | Trata-se de uma revisão bibliográfica do tipo abrangente | Os efeitos protetores de padrões alimentares saudáveis na SM são devidos à soma de pequenas mudanças na dieta. Alteração na distribuição de macronutrientes, mostrou efeitos benéficos na SM em parâmetros individuais |
| (18) | Estudar as principais evidências sobre a | | Artigo de revisão | A ingestão de polifenóis pode ser responsável por |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | eficácia dos polifenóis na prevenção ou retardo de componentes fisiopatológicos responsáveis pelo início da SM | | | efeitos benéficos e protetores. Tais achados também podem ser eficazes para o desenvolvimento de estratégias de suplementação de polifenóis |
| (19) | Investigar a ingestão dietética do licopeno | 11 estudos, incluindo 8 estudos transversais e 3 estudos de intervenção | Trata-se de uma revisão bibliográfica do tipo sistemática | Evidências de benefícios no consumo do licopeno podem estar associadas às alterações favoráveis nos componentes da SM. |
| (20) | Examinar o efeito da dieta mediterrânea na SM | 84 artigos | Trata-se de uma revisão bibliográfica do tipo sistemática | Efeito benéfico da dieta mediterrânea em todos os componentes e na maioria dos fatores de risco, além de doenças cardiovasculares e incidência de AVC. |
| (21) | Examinar diferentes padrões alimentares e compostos bioativos eficazes no tratamento da SM | | | As dietas baseadas no balanço energético negativo, Mediterrânea, ácidos graxos, antioxidante, foram sugeridos como abordagens eficazes. |

## Conceituando a Síndrome Metabólica

A síndrome metabólica é um agrupamento de fatores de riscos metabólicos que aumentam o aparecimento de doenças cardiovasculares. Tem sido definida de vários modos por diferentes organizações, porém, os critérios comumente adotados pelos pesquisadores incluem a presença concomitante da hipertensão arterial sistêmica, obesidade abdominal ou central, dislipidemias e alterações da homeostase da glicose ou aumento basal da glicemia.

A definição proposta pelo NCEP é a mais recomendada para a utilização clínica, sendo classificados nesta definição os critérios de circunferência abdominal elevada, níveis de triglicerídeos séricos elevados, redução do High-Density Lipoprotein (HDL), hipertensão arterial sistêmica e hiperglicemia (7). Esta definição tornou-se a mais utilizada, porque ela propõe uma abordagem simples para o diagnóstico da SM a partir de fatores de risco facilmente mensuráveis.

Para que a SM tenha seu diagnóstico é necessário que se tenha a presença de três ou mais dos seguintes fatores de risco: pressão arterial ≥130/85 mm Hg ou tratamento medicamentoso anti-hipertensivo; triglicerídeos ≥150 mg/dL (1,70 mmol/L) ou tratamento para triglicerídeos elevados; HDL-C <40 mg/dL (1,04 mmol/L) para homens ou <50 mg/dL (1,30 mmol/L) para mulheres ou tratamento para HDL-C reduzido; circunferência da cintura aumentada (≥90 cm em homens e ≥80 cm em mulheres e glicose ≥100 mg/dL (5,55 mmol/L) ou tratamento para glicose alta (8).

Em se tratando de doenças cardiovasculares, é notório que a SM tenha uma relação direta no desenvolvimento da doença. Em uma metanálise em quase um milhão de pacientes, a SM associou-se a infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral, um risco duas vezes maior para doença cardiovascular e 1,5 vezes maior ao risco de mortalidade por todas as causas (9).

O rápido crescimento da ocorrência dessa condição nos últimos anos tem sido atribuído a alta carga global dos fatores de risco no país e a alteração do estilo de vida, sobretudo aos hábitos alimentares menos adequados e ao sedentarismo, tornando necessária a magnitude da SM e dimensionamento no tratamento (10).

## Tratamentos utilizados em pacientes com e sem a síndrome

Com um aumento na detecção da síndrome metabólica, os indivíduos diagnosticados, podem ter seus benefícios na realização do tratamento primário, com isso espera-se melhorar a atenção dos indivíduos quanto aos riscos cardiovasculares, hipertensão, diabetes, dislipidemias e quanto ao reforço para realização de alteração no estilo de vida e redução do peso corporal. A síndrome metabólica por ser multifacetada e ser compreendida como um conjunto de fatores relacionados tem sido fortemente sugerido que os padrões alimentares desequilibrados e o sedentarismo contribuem no seu desenvolvimento.

A dieta saudável, aliada a atividade física, constitui a forma de prevenção e tratamento. A perda de peso tem um grande impacto na SM, demonstrando que uma perda de 7 a 10% do peso inicial foi suficiente para promover uma melhora na circunferência abdominal, perfil lipídico e na glicemia (11). Um programa individualizado de, pelo menos, três vezes incluindo atividades de aeróbica é o mais recomendado (12).

Em estudo com intervenção dietética e atividade física, com um tempo de seguimento de seis meses, verificou-se que a mudança no estilo de vida foi efetiva na síndrome metabólica quando comparada à convencional. Alguns estudos demonstram que as mudanças no estilo de vida, incluindo orientação nutricional e práticas supervisionadas de exercícios físicos foram eficientes nos objetivos propostos para o tratamento da SM (13). Outros autores salientam que, a alteração da dieta sozinha ou aliada aos exercícios representa estratégia para resolução da SM (14).

Quando a mudança no estilo de vida não é suficiente, o tratamento farmacológico é indicado para os indivíduos, estando estes tratamentos disponíveis para os indivíduos sem a SM, fazendo o tratamento da obesidade, dislipidemia, hiperglicemia e hipertensão. O tratamento para a obesidade inclui: sibutramina, um inibidor da recaptação da serotonina norepinefrina; orlistato, que é um inibidor da lipase intestinal metformina, que reduz a produção hepática de glicose. Quando a glicose, lipídios e pressão arterial estiverem acima dos valores aceitos para a definição de diabetes, dislipidemia e hipertensão, faz-se o tratamento antidiabético, antilipidico e anti-hipertensivo. A terapia medicamentosa para a dislipidemia é sucedida com o uso de estatinas, niacinas, fibratos, óleos de peixe (Said; Mukherjee; Junior, 2016).

Não foram encontrados estudos com demonstração de que o tratamento da SM com medicamentos seja útil. Ressalta-se que algumas drogas ainda não foram aprovadas para o tratamento da síndrome.

## Importâncias da dieta no controle da síndrome

A dieta é o principal influenciador no aparecimento, desenvolvimento e controle das patologias que surgem nos seres humanos. Estudos realizados por Dabker, Hendrick e Devkota (15) mostrou a interação da microbiota intestinal no desencadeamento de fatores negativos à nossa saúde, sendo os extrínsecos, como a dieta, o que mais influenciou nos sinais de inflamação crônica, aparecimento da obesidade, hipertensão, hiperglicemia, dislipidemia. O principal impulsionador da composição da microbiota foi a quantidade e qualidade da dieta, uma dieta do tipo ocidental, causou impactos no metabolismo. Neste estudo mostrou-se que os eventos negativos à nossa saúde começam no intestino e muitas vezes os sinais externos, como a dieta, têm efeitos negativos de alcance além do intestino.

Em um outro estudo realizado por Harrison, Couture e Lamarche (16) relata que a dieta tem sido associada ao risco de desenvolver várias doenças, incluindo a SM, e doenças cardiovasculares, neste estudo que abordou uma revisão narrativa, mostrou que dietas de boa qualidade estão consistentemente associadas a um risco reduzido da SM, os dados da revisão mostraram que os indivíduos que seguiram um padrão alimentar de dietas para hipertensão e dieta mediterrânea associaram-se a pressão arterial mais baixa, redução do peso corporal, baixa glicemia, taxas reduzidas de colesterol, redução do risco de doenças cardiovasculares e redução no aparecimento da SM.

Barquero *et al.* (17), em seu trabalho de revisão, relata que padrões dietéticos com reduzido teor de carboidratos teve um risco diminuído de desenvolver a SM, onde este tipo de dieta implica na restrição da ingestão de diversos alimentos como, os ultraprocessados, grãos refinados, alimentos ricos em açúcares simples ou adicionados. De acordo com o programa de prevenção de diabetes, a intervenção no estilo de vida reduziu a incidência da SM de 41% quando comparado a

um grupo placebo. Isto foi alcançado por meio da diminuição calórica (déficit de 500-1000 kcal/dia). A composição da dieta deve ser alterada para conter menos de 20mg/dia de colesterol, menos de 7% de gorduras saturadas, com total de 25 a 30% de gordura total, baixo teor de açúcar simples e alta ingestão de frutas, verduras, legumes, grãos.

Finicelli *et al.* (18), em seu trabalho identificaram efeitos benéficos e protetores dos polifenóis contidos nos vinhos tintos, azeite extravirgem e nozes, a ingestão destes alimentos foram responsáveis pelo retardo nos componentes fisiopatológicos, tornando-se uma estratégia eficaz na redução nos riscos do aparecimento da SM. Um outro estudo realizado por Senkus, Tan e White (19) destacou a evidente ação protetora do licopeno associada a favoráveis alterações nos componentes da síndrome, por ele ser um potente antioxidante com capacidade de mediar os processos oxidativos da SM e dos fatores de riscos.

A dieta mediterrânea fornece benefícios metabólicos trazendo uma infinidade de resultados positivos na saúde do indivíduo. Um estudo realizado por Papadaki, Doerr e Mantzoros (20) faz uma abordagem do uso da dieta mediterrânea na população adulta e relata os benefícios do uso na saúde humana.

Em trabalho de Iglesia *et al*., (21) em que citou as dietas baseadas em balanço energético negativo, padrão alimentar mediterrâneo, dietas ricas em ácidos graxos ômega 3, dietas em baixo índice glicêmico/carga, dieta antioxidante, sugerindo abordagens eficazes no controle da SM. Além disso, o tipo e a porcentagem de carboidratos, o índice glicêmico ou carga glicêmica e o teor de fibra alimentar são alguns dos aspectos mais relevantes relacionados à resistência à insulina e à tolerância diminuída à glicose, que são comorbidades importantes da SM.

A intervenção no estilo de vida, associado aos padrões alimentares saudáveis, representa o principal marco no controle da SM, a distribuição nutricional é a mais eficaz abordagem terapêutica no manejo dos indivíduos.

## CONCLUSÃO

Com a realização dos estudos encontrados relacionados à temática, pode-se afirmar que mudanças no estilo de vida, incluindo orientação nutricional, práticas supervisionadas de exercícios físicos, são eficientes no tratamento da síndrome metabólica. Conclui-se que a intervenção no estilo de vida, associado aos padrões alimentares saudáveis, representa o principal marco no controle da síndrome, a distribuição nutricional, aliada a prática regular de exercícios é a mais eficaz abordagem na terapêutica e manejo dos indivíduos.

O nutricionista tem um importante papel na orientação dos indivíduos, esclarecendo dúvidas, mostrando a importância de escolher bem os alimentos e manter uma alimentação saudável, enfatizando suas vantagens e implicações na conduta do indivíduo.

## REFERÊNCIAS


1. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. Arquivos brasileiros de cardiologia, v. 84, p. 3–28, 2005.
2. LUNA, R. L. Síndrome metabólica. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 88, n. 5, p. e124–e126, 2007.
3. FERNANDES, C. E., PINHO NETO, J. S. D. L., GEBARA, O. C. E., SANTOS FILHO, R. D. D., PINTO NETO, A. M., PEREIRA FILHO, A. S., & CARVALHO, V. B. D. I Diretriz brasileira sobre prevenção de doenças cardiovasculares em mulheres climatéricas e a influência da terapia de reposição hormonal (TRH) da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) e da Associação Brasileira do Climatério (SOBRAC). **Arquivos brasileiros de cardiologia**. São Paulo. Vol. 91, no. 1, p. 1-23, 2008.
4. TIMÓTEO, A. T. Dieta em doentes com síndrome metabólica: qual a composição ideal de macronutrientes. **Revista Portuguesa de Cardiologia** (English Edition), v. 37, n. 12, p. 1001–1006, 2018.
5. CAPANEMA, F. D., SANTOS, D. S., MACIEL, E. T. R., & REIS, G. B. P. Critérios para definição diagnóstica da síndrome metabólica em crianças e adolescentes. **Rev Med Minas Gerais**, 20(3), 335-40, 2010.
6. KAHN, A; REYNOLDS, J. A; CHAKKERA, H. A; AQEL, B. A; BYRNE, T. J; DOUGLAS, D. D; MOSS, A. A; VARGAS, H. E; CAREY, E. J. Prospective analysis of metabolic parameters in the detection of diabetes and metabolic syndrome in liver transplant recipients. **Metabolic syndrome and related disorders**, v. 14, n. 6, p. 305–310, 2016.
7. ALVES, L.M.M; RIGOTTI, A.R; NOGUEIRA, M.S; CESARINO, C.B; GODOY, S. Componentes da síndrome metabólica na hipertensão arterial. **Rev Esc Enferm USP**, 46(6):1348-53, 2012.
8. CHINI, L.S.N; GREFFIN, S; LUGON, J. R. Prevalence of metabolic syndrome among workers from the Company of Generation and Distribution of Energy in Rio de Janeiro, Brazil. **Cad. Saúde Colet**, 22 (4): 359-64, 2014.
9. CATHARINA, A.S; MODOLO, R; RITTER, A. M.V; SABBATINI, A.R; LOPES, H.F; JUNIOR, H.M; FARIA, A.P. Características Relacionadas à Síndrome Metabólica em Indivíduos com Hipertensão Controlada e Hipertensão Resistente. **Arq Bras Cardiol**, 110(6):514-521, 2018.
10. OLIVEIRA, L.V.A; SANTOS, B.N.S; MACHADO, I.E; MALTA, D.C; MELENDEZ, G.V; MENDES, M.S.F. Prevalência da Síndrome Metabólica e seus componentes na população adulta brasileira. **Ciência e Saúde Coletiva**, 25 (11): 4269-4280, 2020.
11. COSTA, R.F; SANTOS, N.S; GOLDRAICH, N.P; BARSKI, T.F; ANDRADE, K.S; KRUEL, L.F.M. Metabolic syndrome in obese adolescents: a comparison of three different diagnostic criteria. **J Pediatr**, 88(4):303-9, 2012.
12. SAY, G; AGARWALA, T. A study of metabolic parameters in non diabetic patients with non alcoholic fatty liver disease – importance of dyslipidemia. **Arq Gastroenterol**, v. 56 nº 3, 2019.
13. SABOYA, P.P; BODANESE, L.C; ZIMMERMANN, P.R; GUSTAVO, A.S; MACAGNAN, F.E; FEOLI, A.P; OLIVEIRA, M.S. Intervenção de Estilo de Vida na Síndrome Metabólica e seu Impacto na Qualidade de Vida: Um Estudo Controlado Randomizado. **Arq Bras Cardiol**, 108(1):60-69, 2017.
14. YAMAOKA, K; TANGO, T. Effects of lifestyle modification on metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. **BMC Medicine**, 10:138, 2012.
15. DABKER, K; HENDRICK, G; DEVKOTA, S. The gut microbiome and metabolic syndrome. **JCI**, v.129, n. 10, 2019.
16. HARRISON, Stéphanie; COUTURE, Patrick; LAMARCHE, Benoît. Diet quality, saturated fat and metabolic syndrome. **Nutrients**, v. 12, n. 11, p. 3232, 2020.
17. BARQUERO, S.C; LEON, A,M,R; PEREZ, M,S; ESTRUCH, R; CASAS, R. Dietary Strategies for Metabolic Syndrome: A Comprehensive Review. **Nutrients**, 12, 2983; doi:10.3390/nu12102983, 2020.
18. FINICELLI, M; SQUILLARO, T; CRISTO, F; SALLE, A; MELONE, M, A, B; GALDERISI, U; PELUSO, G. Metabolic syndrome, Mediterranean diet, and polyphenols: Evidence and perspectives. **J Cell Physiol**, 234:5807–5826, 2019.

19. SENKUS, K; TAN, L; WHITE, K.M.C. Lycopene and Metabolic Syndrome: A Systematic Review of the Literature. **Adv Nutr**, 10:19–29, 2019.
20. PAPADAKI, A; DOERR, E.N; MANTZOROS, C. The Effect of the Mediterranean Diet on Metabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials in Adults. **Nutrients**, 12, 3342; doi:10.3390/nu12113342, 2020.
21. IGLESIA, R. DE LA; KOHEN, V.L; ZULET, M.A; MARTINEZ, J.A; REGLERO, G; MOLINA, A.R. Dietary Strategies Implicated in the Prevention and Treatment of Metabolic Syndrom. **International Journal of Molecular Sciences**, 17, 1877; doi:10.3390/ijms17111877, 2016.

# CONALI 2025

**Congresso Nacional de Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos 2025**

Realização:

TROPPO Editora e Eventos

## Apoios e Patrocínios:

FACEPE
Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco

FNDE

fermentech
GENTE QUE AMA QUEIJO

Cap-Lab
Tudo para o seu laboratório

Vivaré
. insumos . para . alimentos .

Bom Leite

tia nanda
amor traduzido em sabores

Isis

BETÂNIA

YoBem

Queyo's
SABOR E ESTILO INOVADOR

RANCHO ALEGRE
PRODUTOS AGROPECUÁRIOS

SistemaOCB
CNCOOP | OCB | SESCOOP

ELETRONICA MICHELLE
MANUTENÇÃO ODONTO E HOSPITALAR

Organização:

Universidade Federal do Agreste de Pernambuco